

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENGENHARIA AMBIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**CINTIA ITOKAZU COUTINHO**

**PLANEJAMENTO PARA O MANEJO DE DEJETOS DE SUÍNOS.**  
**ESTUDO DE CASO: BACIA DOS FRAGOSOS, CONCÓRDIA/SC**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre  
em Engenharia Ambiental**

**ORIENTADOR: PROF. Dr. ANTÔNIO EDÉSIO JUNGLES**  
**COORIENTADOR: PROF. Dr. PAULO BELLI FILHO**

**FLORIANÓPOLIS**  
**SANTA CATARINA**  
**OUTUBRO/2001**

**PLANEJAMENTO PARA MANEJO DE DEJETOS DE SUÍNOS. ESTUDO DE CASO:  
BACIA DOS FRAGOSOS, CONCÓRDIA/SC**

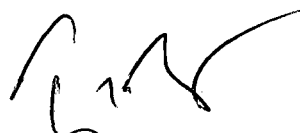
*CÍNTIA ITOKAZU COUTINHO*

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

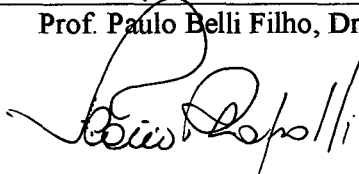
**MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

na Área de Tecnologias de Saneamento Ambiental

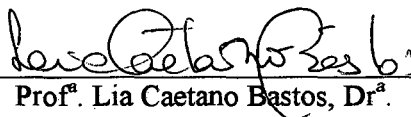
Aprovado por:



Prof. Paulo Belli Filho, Dr.



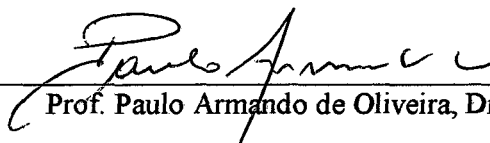
Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.



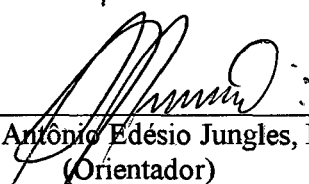
Prof.ª Lia Caetano Bastos, Dr.ª



Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.  
(Coordenador)



Prof. Paulo Armando de Oliveira, Dr.



Prof. Antônio Edésio Jungles, Dr.  
(Orientador)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL  
OUTUBRO/2001

*Agradeço a Deus pelo dom da vida.  
Dedico esta dissertação com muito amor  
aos meus pais, Hideo (in memorian) e Kaneko,  
à minha irmã Kátia e  
ao meu esposo e companheiro eterno, Aluísio.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles, pelo incentivo e contribuição para a execução deste trabalho e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Dr. Paulo Belli Filho, coorientador deste trabalho, pelas valiosas críticas construtivas.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, por oferecerem esta oportunidade de atualização.

À Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura, em especial ao colega e Diretor de Recursos Naturais Adroaldo Pagani da Silva, pelo apoio, contribuição e incentivo ao trabalho.

Aos funcionários da EMBRAPA Suínos e Aves, pelo suporte logístico oferecido para o trabalho de campo.

Aos funcionários do CIRAM-EPAGRI pelo auxílio na confecção dos mapas temáticos.

À CASAN, em especial aos funcionários e colegas de mestrado Leda e Fasanaro, pela presteza, apoio e contribuições.

Aos colegas de mestrado pelo companheirismo, amizade e incentivo.

Aos funcionários da Secretaria do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, pelo apoio administrativo e amizade.



## SUMÁRIO

### ***CAPÍTULO 1***

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1. Considerações gerais	16
1.2. Justificativas	17
1.3. Objetivos	21
1.3.1 Objetivo Geral	21
1.3.2 Objetivos Específicos	21

### ***CAPÍTULO 2***

<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>22</b>
2.1. Gestão Ambiental	22
2.1.1 Conceitos e fundamentação teórica da gestão ambiental	22
2.1.2 Histórico conceitual da gestão ambiental	23
2.1.3 Segmentos da sociedade envolvidos com a gestão ambiental	25
2.1.4 Instrumentos da Gestão Ambiental	27
2.1.5 Gestão de bacias hidrográficas	28
2.2. A importância do Cadastro Técnico Rural Multifinalitário na Gestão de Bacias Hidrográficas	29
2.2.1 Importância do inventário físico-espacial para a gestão ambiental	29
2.2.2 Relação entre o Cadastro Técnico Multifinalitário e o Inventário físico-espacial	30
2.2.3 A importância da cultura do homem no uso da terra, para efetivação do cadastro técnico	34
2.2.4 Geração do ordenamento físico-espacial	35
2.3. Manejo de dejetos de suínos	39
2.3.1 Introdução	39
2.3.2 Produção de dejetos de suínos	39
2.3.3 Caracterização de dejetos de suínos	40
2.3.4 Legislação Ambiental	42
2.3.5 Sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos de suínos	47
2.3.5.1. Introdução	47

2.3.5.2. Bioesterqueiras	48
2.3.5.3. Esterqueiras	49
2.3.5.4. Biodigestores	50
2.3.5.5. Separação de fases	50
2.3.5.6. Lagoas de estabilização	51
2.3.5.7. Reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB)	53
2.3.6 Utilização de dejetos de suínos como fertilizantes	54
2.3.7 Distribuição de dejetos nas lavouras	55
2.3.8 Produção de biogás e biofertilizantes a partir dos dejetos de suínos	57

## ***CAPÍTULO 3***

<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>60</b>
3.1. Classificação do potencial poluidor das microbacias	61
3.2. Confecção de mapas temáticos contendo informações por propriedade	61
3.3. Viabilidade econômica da utilização dos dejetos como fertilizante	63
3.4. Balanço de dejetos por propriedade	64
3.5. Localização da estação de tratamento	66
3.6. Dimensionamento das estações de tratamento e estimativas de investimento	67
3.6.1 Decantador de fluxo ascendente + lagoas de estabilização	67
3.6.2 Sistemas alternativos para o tratamento de dejetos de suínos	72

## ***CAPÍTULO 4***

<b>4. ESTUDO DE CASO: BACIA DOS FRAGOSOS – CONCÓRDIA - SC</b>	<b>77</b>
4.1. Descrição da área de estudo	77
4.2. A produção de suínos na bacia e seu poder poluidor	80
4.3. Utilização de dejetos de suínos como fertilizantes: capacidade de carga da área de estudo	83
4.4. Análise da produção de dejetos e capacidade de carga por propriedade na microbacia 29	84
4.4.1 Produção de dejetos	84
4.4.2 Capacidade de carga por propriedade	85
4.4.2.1 Concentração dos nutrientes nos dejetos	85

4.4.2.2	Análise do solo	86
4.4.2.3	Necessidade da cultura e cálculo da taxa de aplicação	87
4.4.2.4	Capacidade de carga por propriedade	88
<b>4.5.</b>	<b>Custos de transporte e distribuição dos dejetos</b>	<b>92</b>
<b>4.6.</b>	<b>Alternativas para o destino dos dejetos de suínos</b>	<b>93</b>
4.6.1	Custo de adequação das esterqueiras	96
4.6.1.1.	Propriedade P04	97
4.6.1.2.	Propriedade P07	98
4.6.1.3.	Propriedade P08	99
4.6.1.4.	Propriedade P10	99
4.6.1.5.	Propriedade P11	100
4.6.1.6.	Síntese dos custos de adequação das esterqueiras	100
4.6.2	Análise dos excedentes a serem tratados	101
4.6.3	Análise de sistemas de tratamento individuais e coletivo	102
4.6.3.1.	Decantador de fluxo ascendente + lagoas de estabilização	107
4.6.3.2.	Sistemas alternativos	112
<b>4.7.</b>	<b>Aplicando as informações obtidas na Bacia dos Fragosos</b>	<b>117</b>

## **CAPÍTULO 5**

<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>120</b>
5.1 Conclusões	120
5.2 Recomendações	124

## **CAPÍTULO 6**

<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>125</b>
--------------------------------------	------------

## **ANEXOS**

<b>ANEXO A – Bacia dos Fragosos – Representações gráficas</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO B – Bacia dos Fragosos - Microbacia 29 - Representações gráficas</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO C – Tabelas geradas pelo software ILWIS 2.23</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO D – Informações técnicas sobre os sistemas alternativos</b>	<b>149</b>
<b>ANEXO E – Modelo de questionário</b>	<b>158</b>
<b>ANEXO F – Orçamentos</b>	<b>160</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	<i>Evolução da Gestão Ambiental</i>	23
<b>TABELA 2</b>	<i>Taxa de crescimento populacional por Associação de Municípios do Oeste Catarinense, no período de 1980 a 1991 em %</i>	38
<b>TABELA 3</b>	<i>Produção de dejetos de suínos em diferentes fases de desenvolvimento</i>	39
<b>TABELA 4</b>	<i>Características físicas, químicas e biológicas de dejetos de suínos</i>	41
<b>TABELA 5</b>	<i>Estimativa dos teores de matéria seca, N, <math>P_2O_5</math> e <math>K_2O</math> no esterco líquido de suínos em função da sua densidade</i>	42
<b>TABELA 6</b>	<i>Produção de biogás de diferentes resíduos orgânicos animais</i>	57
<b>TABELA 7</b>	<i>Volume de biodigestor, produção média diária de biogás e biofertilizante.</i>	58
<b>TABELA 8</b>	<i>Consumo de biogás em diferentes equipamentos na República de Alto Volta</i>	58
<b>TABELA 9</b>	<i>Eficiência do decantador na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos líquidos de suínos</i>	68
<b>TABELA 10</b>	<i>Eficiência média total após a estabilização do sistema para os vários parâmetros estudados</i>	70
<b>TABELA 11</b>	<i>Valores médios estimados de sólidos totais, <math>DBO_5</math> e nutrientes no afluente do sistema e no efluente do decantador e do sistema de lagoas</i>	70
<b>TABELA 12</b>	<i>Valores estimados do afluente e do efluente do decantador de fluxo ascendente e do reator UASB</i>	72
<b>TABELA 13</b>	<i>Eficiência de remoção do Sistema Dalquim</i>	75
<b>TABELA 14</b>	<i>Plantel de suínos e volume de dejetos produzidos por microbacia</i>	81
<b>TABELA 15</b>	<i>Déficit/Superávit de área apta para recebimento de dejetos nas microbacias</i>	83
<b>TABELA 16</b>	<i>Produção de dejetos na microbacia 29 e capacidade das esterqueiras, por propriedade</i>	85
<b>TABELA 17</b>	<i>Resultado das análises de solo da Bacia dos Frágosos</i>	86
<b>TABELA 18</b>	<i>Capacidade de carga das propriedades segundo a fisiografia das terras</i>	90
<b>TABELA 19</b>	<i>Capacidade de carga das propriedades segundo o uso dos solos</i>	91
<b>TABELA 20</b>	<i>Valor do esterco líquido de suínos e custo de transporte e aplicação, de acordo com o teor de matéria seca presente no liquame</i>	92
<b>TABELA 21</b>	<i>Custos de transporte e aplicação de dejetos de suínos de acordo com o teor de matéria seca do liquame para distâncias entre 600 e 4.000 metros</i>	93
<b>TABELA 22</b>	<i>Balanco de dejetos e volume de esterqueira por propriedade</i>	95
<b>TABELA 23</b>	<i>Balanco de dejetos entre as propriedades da microbacia 29</i>	95
<b>TABELA 24</b>	<i>Preços unitários de materiais e serviços necessários para a reforma das esterqueiras</i>	97
<b>TABELA 25</b>	<i>Custos de adequação das esterqueiras dos suinocultores da microbacia 29</i>	100
<b>TABELA 26</b>	<i>Balanco de dejetos de suínos nas microbacias 31 e 32</i>	101

<b>TABELA 27</b>	<i>Matriz de Momento de Transporte</i>	104
<b>TABELA 28</b>	<i>Matriz de Custos de Transporte</i>	104
<b>TABELA 29</b>	<i>Tabela de preços unitários em reais (R\$) – Outubro/2001</i>	106
<b>TABELA 30</b>	<i>Sistema de tratamento para P04: vazão média de 1,36 m<sup>3</sup>/dia</i>	107
<b>TABELA 31</b>	<i>Sistema de tratamento para P08: vazão média de 3,37 m<sup>3</sup>/dia</i>	108
<b>TABELA 32</b>	<i>Sistema de tratamento para P123: vazão média de 15,88 m<sup>3</sup>/dia</i>	109
<b>TABELA 33</b>	<i>Sistema de tratamento coletivo: vazão média de 20 m<sup>3</sup>/dia</i>	110
<b>TABELA 34</b>	<i>Comparação entre os sistemas analisados</i>	111
<b>TABELA 35</b>	<i>Orçamento de um sistema de tratamento para a propriedade P123 - UASB</i>	112
<b>TABELA 36</b>	<i>Custos estimados dos investimentos iniciais para uma vazão de 30 m<sup>3</sup>/dia</i>	114
<b>TABELA 37</b>	<i>Síntese da eficiência de remoção dos sistemas analisados para a propriedade P123</i>	116
<b>TABELA 38</b>	<i>Vantagens e desvantagens dos sistemas analisados para a propriedade P123 – vazão de 15,88 m<sup>3</sup>/dia</i>	116
<b>TABELA 39</b>	<i>Comparação entre o sistema de lagoas e sistemas alternativos para a propriedade P123 – vazão de 15,88 m<sup>3</sup>/dia</i>	117
<b>TABELA 40</b>	<i>Déficit/excesso anual de dejetos de suínos nas microbacias componentes da Bacia dos Fragosos</i>	118
<b>TABELA 41</b>	<i>Custos estimados para o tratamento dos dejetos da Bacia dos Fragosos</i>	119

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	<i>Desafio da Gestão Ambiental: contrabalançar e harmonizar interesses</i>	24
<b>FIGURA 2</b>	<i>Pirâmide da gestão ambiental</i>	26
<b>FIGURA 3</b>	<i>Histórico da atividade da suinocultura no oeste de Santa Catarina</i>	37
<b>FIGURA 4</b>	<i>Aptidão agrícola das terras do Oeste Catarinense para culturas anuais</i>	38
<b>FIGURA 5</b>	<i>Localização de pocilgas e sistema de manejo de dejetos suínos, segundo legislação vigente.</i>	44
<b>FIGURA 6</b>	<i>Corte lateral de uma bioesterqueira</i>	48
<b>FIGURA 7</b>	<i>Corte esquemático de uma esterqueira para estocagem de dejetos</i>	49
<b>FIGURA 8</b>	<i>Corte esquemático de um biodigestor modelo indiano</i>	50
<b>FIGURA 9</b>	<i>Desenho esquemático de um reator anaeróbio de escoamento ascendente com manta de lodo – UASB</i>	53
<b>FIGURA 10</b>	<i>Fluxograma das atividades para o planejamento do manejo de dejetos de suínos</i>	60
<b>FIGURA 11</b>	<i>Desenho esquemático de um decantador</i>	68
<b>FIGURA 12</b>	<i>Corte esquemático de uma lagoa de estabilização</i>	69
<b>FIGURA 13</b>	<i>Esquema do Sistema Dalquim de tratamento de dejetos suínos</i>	75
<b>FIGURA 14</b>	<i>Localização da área de estudo</i>	78
<b>FIGURA 15</b>	<i>Desenho esquemático das Microbacias X Potencial de Poluição da Bacia dos Fragosos</i>	79
<b>FIGURA 16</b>	<i>Vista parcial do distrito de Engenho Velho – Concórdia</i>	80
<b>FIGURA 17</b>	<i>Representação gráfica do balanço de dejetos entre as propriedades da microbacia 29</i>	96
<b>FIGURA 18</b>	<i>Esquema de localização das propriedades com excesso de dejetos</i>	103

## **SIGLAS E ABREVIATURAS**

AMAI = Associação dos Municípios do Alto Irani  
AMARP = Associação dos Municípios do Alto Vale do Rio do Peixe  
AMAUC = Associação dos Municípios do Alto Uruguai Catarinense  
AMEOSC = Associação dos Municípios do Extremo Oeste Catarinense  
AMMOC = Associação dos Municípios do Meio Oeste Catarinense  
AMOSC = Associação dos Municípios do Oeste Catarinense  
Aplic. = Aplicação  
Art. = Artigo  
BIRD = Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento  
BS = British Standard  
CASAN = Companhia de Água e Saneamento de Santa Catarina  
CC = Ciclo Completo  
CCI = Câmara de Comércio Internacional  
CETEC = Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
CETRÉDIA = Centro de Treinamento da EPAGRI de Concórdia  
CF = Coliformes Fecais  
CIDASC = Centro Integrado de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina  
CIRAM = Centro Integrado de Informações Ambientais de Santa Catarina  
CNPSA = Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves  
CONAMA = Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPÉRDIA = Cooperativa de Produção e Consumo Concórdia Ltda.  
CTM = Cadastro Técnico Multifinalitário  
DBO<sub>5</sub> = Demanda Bioquímica de Oxigênio a cinco dias  
Def. = Déficit  
DQO = Demanda Química de Oxigênio  
DQO<sub>f</sub> = Demanda Química de Oxigênio filtrada  
DQO<sub>t</sub> = Demanda Química de Oxigênio total  
Ec = Encostas colúviais

Ee = Encostas erosionais  
Eec = Encostas erosionais coluviais  
EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Ep = Encostas em patamar  
EPAGRI = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
FATMA = Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina  
Fvec = Fundos de vale erosional coluvial  
GERASUL = Centrais Geradoras do Sul do Brasil S. A.  
H = área urbana  
IAP = Instituto Ambiental do Paraná  
IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICEPA = Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina  
ISO = International Standard Organization  
LA = Lagoa Anaeróbia  
LF = Lagoa Facultativa  
LM = Lagoa de Maturação  
M.O. = Matéria Orgânica  
M.S. = Matéria Seca  
NC = Não Considerada  
NPK = Nitrogênio, Fósforo e Potássio  
NTK = Nitrogênio Total Kjeldahl  
 $P_f$  = Fósforo filtrado  
pH = Potencial hidrogeniônico  
PROENERGIA = Programa Estadual de Energia  
Prop. = Propriedade  
PT = Fósforo Total  
RAFA = Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente  
SF = Sólidos Fixos  
ST = Sólidos Totais  
Sup. = Superávit  
SV = Sólidos Voláteis  
Term. = Terminação  
Transp. = Transporte  
TRH = Tempo de Retenção Hidráulica



**UASB = Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors**

**UPL = Unidade Produtora de Leitões**

**Vol. = Volume**

## RESUMO

COUTINHO, C. I. *Planejamento para o manejo de dejetos de suínos. Estudo de caso: Bacia dos Fragosos, Concórdia/SC*. Florianópolis, 2001. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

A ocupação desordenada do espaço rural e a utilização incorreta de seus recursos vêm causando sérios problemas sociais, econômicos e ambientais em várias regiões do Brasil. A Região Oeste Catarinense merece especial atenção devido a sua importância para a economia do Estado e pela atual situação de degradação ambiental causada pela sua principal atividade econômica: a suinocultura. O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma metodologia de planejamento para o manejo de dejetos de suínos, a fim de contribuir para a recuperação ambiental e o desenvolvimento sustentável da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, localizada em Concórdia, Estado de Santa Catarina. Para tanto, analisou-se uma das microbacias que a compõe e gerou-se os seguintes mapas em escala 1 : 10.000: limite das propriedades, viário, uso do solo, fisiografia, aptidão das terras e planialtimétrico. Estas informações, adicionadas às já publicadas por outros pesquisadores, possibilitaram: calcular o excesso de dejetos de suínos por propriedade, demonstrar a vantagem da utilização dos dejetos de suínos como fertilizantes, calcular os custos para a reforma das esterqueiras subdimensionadas, calcular o custo para transportar os dejetos excedentes e identificar sistemas de tratamento mais adequados para cada propriedade, considerando aspectos físicos, legais e econômicos.

**Palavras chave:** dejetos de suínos, manejo de dejetos de suínos, recuperação ambiental, bacia hidrográfica, cadastro técnico multifinalitário.

## **ABSTRACT**

The disordered occupation of the rural space and the incorrect use of these resources, have been causing serious social, economic and environmental problems in several areas of Brazil. The west side of Santa Catarina deserves special attention because of its importance for the State economy and for the current situation of environmental degradation, caused by its main economic activity: the swine breeding. The main objective of this work is to develop a planning methodology for handling swine manure, in order to contribute for the environmental recovery and the sustainable development of the Hydrographic Basin of Fragosos, located in Concórdia city, state of Santa Catarina. For this, one of the micro basins that composes it was analysed and was generated the following maps in scale 1: 10.000: limit of the properties, road system, land use, physiology, lands aptitude and relief. These information, added to the published ones made by the other researchers, allowed: to estimate the excess of swine manure, to demonstrate the advantage of swine manure used as fertilizers, to calculate the costs for the rebuild of the underestimated storage tanks, to calculate the costs to transport the excess of swine manure and to define the treatment systems suitable for each property, considering physical, legal and economic aspects.

**Key words:** swine manure, handling swine manure, environmental recovery, hydrographic basin, multipurpose technical cadastre.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

#### **1.1. Considerações gerais**

O fortalecimento econômico de determinadas regiões geralmente está correlacionado com a exploração ou degradação do meio ambiente, assim como a sua falência está quase sempre ligada à escassez de recursos naturais.

A ocupação desordenada do espaço rural e a utilização incorreta de seus recursos vêm causando sérios problemas sociais, econômicos e ambientais em várias regiões do Brasil. Na busca pelo crescimento econômico ou até mesmo pela sobrevivência, o homem do campo explora inadequadamente sua propriedade, transpondo muitas vezes a capacidade de carga do sistema envolvido.

É preciso perceber o caminho para o verdadeiro desenvolvimento e reorientá-lo no sentido de inserir os processos econômicos dentro dos limites da biosfera.

A ciência deve apontar estes novos rumos, desenvolvendo e aperfeiçoando técnicas e metodologias que diminuam os impactos causados pela ação antrópica.

A região oeste catarinense merece especial atenção devido a sua importância para a economia do Estado e pela atual situação de degradação ambiental causada pela sua principal atividade econômica: a suinocultura.

Este trabalho busca fornecer um instrumento para Gestão Ambiental da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, Concórdia – SC, através do desenvolvimento de uma metodologia de planejamento para o manejo de dejetos de suínos, a fim de contribuir para a recuperação ambiental e o desenvolvimento sustentável desta bacia.

## 1.2. Justificativas

A região oeste de Santa Catarina ocupa uma área de 25,3 mil Km<sup>2</sup>, abrangendo um total de 99 Municípios.

Apesar das condições adversas, com predominância de solos declivosos, rasos e pedregosos e ausência de minérios economicamente exploráveis, em poucas décadas a economia da região constituiu um dos maiores pólos agro-industriais da América Latina fundamentado na pequena Agricultura Familiar Diversificada que representa mais de 90 dos 100 mil estabelecimentos agrícolas da região (TESTA et al., 1996).

No início dos anos 80, existiam 67 mil suinocultores, para os quais a atividade tinha significativa parcela da renda. Atualmente a suinocultura é acessível apenas à uma minoria, estimada em 20 mil suinocultores, com tendência de concentração ainda maior. Segundo TESTA et al. (1996), este fato é o reflexo de uma crise da agricultura familiar, devido a diminuição de recursos de crédito agrícola e aumento das taxas de juros. Como consequência, devido a redução da margem de lucro, as agroindústrias forçaram o aumento da produtividade e da escala de produção, causando um intenso processo de exclusão dos suinocultores da atividade. Estes acontecimentos geraram um quadro de descapitalização de uma grande parcela dos estabelecimentos agrícolas, refletindo-se na dificuldade de criar oportunidades de trabalho, intensificando o êxodo rural e regional, especialmente de jovens.

Apesar da grande redução do número de suinocultores, a produção estadual não diminuiu. Conforme registros do IBGE, no período de 1985/1996 ocorreu um significativo aumento do efetivo de suínos no Estado de Santa Catarina, atingindo o efetivo de 4.535.570 suínos, representando 12,83 % do efetivo nacional (LINDNER, 1999).

A região oeste tem a participação mais significativa, alcançando 75,67 % do efetivo de suínos no Estado. A microregião de Concórdia destaca-se por possuir o maior efetivo (21,29 % do Estado), seguida por Chapecó (16,44 %) e Joaçaba (16,21 %) (LINDNER, 1999).

Os produtores criam os suínos confinados em pocilgas e grandes volumes de dejetos são produzidos diariamente nas propriedades. Segundo BRASIL (1998), suínos em terminação (25 a 100 Kg) produzem em média 7 litros de dejetos por dia e uma porca em lactação com leitões produz 27 litros de dejetos por dia, em média.

O destino ideal para estes dejetos seria a utilização como fertilizante de solos agrícolas, pastagens e reflorestamentos, buscando um sistema integrado que respeitasse as questões de qualidade ambiental.

A concentração da suinocultura é a maior responsável pela degradação do meio ambiente da região, pois antes os dejetos de suínos não constituíam fator preocupante, já que a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los ou eram utilizados como adubo orgânico (OLIVEIRA et al., 1993).

Segundo SCHERER et al. (1996), a suinocultura catarinense possui alto nível tecnológico em construções, equipamentos, alimentação, manejo e genética. Por outro lado estes mesmos autores estimaram que apenas 20% dos suinocultores fazem o manejo dos dejetos de suínos corretamente.

De acordo com KONZEN (1997), aproximadamente 75% dos sistemas produtivos de suínos no Brasil, considerados tecnificados, apresentam subdimensionamento das estruturas de manuseio e armazenamento dos dejetos, promovendo derramamento nos cursos de água, provocando contaminações e degradação do meio hídrico. No caso da Bacia dos Fragosos, aproximadamente 70 % das propriedades encontra-se nesta situação (SILVA, 2000).

Segundo o Serviço Estadual de Extensão Rural, cerca de 85% das fontes de água no meio rural das regiões produtoras estão com a presença de coliformes fecais, oriundos do lançamento de dejetos de suínos em mananciais (OLIVEIRA et al., 1993).

Percebe-se portanto que existe uma grande necessidade de ações na área ambiental voltadas para a suinocultura, principal componente de renda na Agricultura Familiar Diversificada da Região Oeste Catarinense, para que haja sua continuidade, através da cooperação do governo, das empresas privadas e do meio científico.

Vários programas de governo e trabalhos científicos vêm sendo desenvolvidos neste sentido.

No âmbito estadual pode-se citar, como exemplo, o Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas, no Estado de Santa Catarina – Projeto Microbacias/BIRD I (1991-1999), que tinha por objetivo o aumento da produção e da produtividade das explorações agro-silvopastoris através da adoção de práticas de manejo e conservação da água e do solo, como meio de garantir maior renda para o produtor rural e a utilização dos recursos naturais em bases sustentáveis (SANTA CATARINA, 1994). Este projeto, que é referência em planejamento rural integrado no Estado, já apontava algumas ações para a redução do problema dos dejetos de suínos.

O “Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento e Aproveitamento dos Dejetos” foi implementado no Estado de Santa Catarina a partir do ano de 1994. Este

programa propunha-se, em um prazo de cinco anos, a contar do ano de 1994, controlar a poluição ocasionada pela produção de suínos. Porém, segundo SILVA (2000), face à algumas distorções de objetivos durante a execução do plano, seus resultados foram mais significativos na expansão da suinocultura, do que no tratamento e aproveitamento dos dejetos, que resumiu-se na construção de esterqueiras e bioesterqueiras.

Na área de pesquisa a EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia , SC, coordena atualmente o sub-projeto de pesquisa “Gestão Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável da Suinocultura”.

A Universidade Federal de Santa Catarina, através do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental vem desenvolvendo nos últimos anos uma série de pesquisas voltadas para o tratamento e armazenamento de dejetos de suínos.

Estas pesquisas forneceram importantes informações sobre a viabilidade de determinadas tecnologias com relação a eficiência de remoção de agentes poluidores, no caso de tratamento, e na conservação dos nutrientes no caso de armazenamento. Algumas pesquisas também estudaram custos envolvidos no processo.

Porém há uma escassez de informações de situações reais, onde poderia ser encontrado desde o levantamento da situação ambiental de uma determinada propriedade, a indicação da tecnologia mais adequada para o armazenamento e tratamento dos dejetos de suínos e por fim uma estimativa de custos para a implementação da mesma.

O interesse na escolha de uma área contendo várias propriedades, tal como uma microbacia, está na possibilidade de compartilhar os recursos, procurando minimizar os custos envolvidos.

A escolha da Bacia dos Fragosos para o desenvolvimento deste trabalho, advém da importância da suinocultura da cidade de Concórdia, que é o maior produtor de suínos do Estado de Santa Catarina. Outro fator determinante foi a quantidade de informações já publicadas por outros pesquisadores, em especial no trabalho desenvolvido por SILVA (2000).

O diagnóstico ambiental da Bacia dos Fragosos apresentado por SILVA (2000), demonstrou o grande potencial poluidor da suinocultura nesta área.

Segundo dados apresentados pelo autor, a produção anual de dejetos de suínos da bacia ultrapassa a capacidade das terras aptas a recebê-los como fertilizantes.

É de conhecimento público que a solução normalmente adotada pelos suinocultores para eliminar os dejetos excedentes de suas propriedades, é simplesmente o desvio destes para o curso d'água mais próximo de seus sistemas de armazenagem.

Cabe a academia o estudo de soluções economicamente viáveis para esta questão ambiental, através da aplicação de tecnologias de armazenamento e tratamento de dejetos de suínos já consagradas mundialmente ou em desenvolvimento.

De acordo com SEIFFERT (1997), trabalhos técnicos e estimativas financeiras são pontos de partida para deflagrar, com consciência a organização, ações institucionais para gerenciar uma bacia hidrográfica. Sem tais estudos, os trabalhos perdem em profundidade. Além de estudo técnico e de levantamento de dados sobre qualidade das águas, é importante a realização de estimativas de custos para a despoluição e a recuperação ambiental. É com base nessas estimativas de custos que se dispõe de referências para negociar com prefeitos, empresas e demais agentes, visando definir com clareza quem deve investir, quanto e onde, nos trabalhos de melhoria ambiental.

SILVA (2000) apresentou várias sugestões para reduzir o problema do excesso de dejetos. Porém, para estudar a viabilidade de aplicação destas sugestões, torna-se necessário o conhecimento do problema, considerando informações por microbacia e por propriedade.

Convém ressaltar que a solução adotada em uma microbacia pode não ser a melhor indicação para outra. O importante será definir com clareza o método utilizado para a análise do problema, pois este sim poderá ser adaptado para outras bacias hidrográficas.



### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Desenvolver uma metodologia de planejamento para o manejo de dejetos de suínos, a fim de promover a recuperação ambiental e o desenvolvimento sustentável de uma bacia hidrográfica produtora de suínos.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Fornecer um instrumento para a gestão ambiental da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, localizada em Concórdia, Santa Catarina.

Estudar a aplicação de tecnologias em armazenamento e tratamento de dejetos de suínos, considerando aspectos físicos, legais e econômicos.

Mostrar a importância da análise físico-espacial para o manejo de dejetos de suínos.

Mostrar a importância da valorização dos dejetos de suínos para a gestão ambiental da região.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISÃO DA LITERATURA**

#### **2.1. Gestão Ambiental**

##### **2.1.1 Conceitos e fundamentação teórica da gestão ambiental**

É importante definir primeiramente o que vem a ser meio ambiente e gestão para entender o que vem a ser gestão ambiental.

De acordo com OTERO (1985), meio ambiente é um sistema de elementos bióticos, abióticos e sócio-econômicos, nos quais o homem em sua atividade, principalmente no processo da produção natural, entra em contato, os modifica e utiliza para a satisfação de suas necessidades e que o mesmo se adapta em determinado marco espaço-temporal. É preciso ainda considerar que a existência e a manutenção das espécies que constituem o meio ambiente, dependem diretamente do equilíbrio entre os processos destrutivos e de regeneração.

Os termos "administração", "gestão", "planejamento", "gerenciamento" e "manejo", quando aplicados ao meio ambiente ou aos recursos naturais, vêm sendo usados quase como sinônimos, muitas vezes sem uma definição precisa do que efetivamente se propõe a realizar (DIEGUES, 1989).

O termo gestão tem a sua origem na palavra em inglês "management", que corresponde a um conceito de origem empresarial que significa dirigir e controlar a execução de atividades, tanto do tipo administrativas como no campo técnico, visando-se alcançar determinadas metas (PERALTA, 1997).

Os termos manejo, ordenamento e administração integram a gestão e não são a gestão propriamente dita. Em relação ao meio ambiente, a execução das atividades técnicas dentro

dos processos de gestão é considerada como manejo. O manejo de bacias hidrográficas, da fauna, do campo e florestal são exemplos de manejo ambiental (PERALTA, 1997).

Assim, todas as atividades técnicas que permitem o uso apropriado dos recursos naturais, se autodenominam atividades de manejo dos recursos naturais ou manejo ambiental. As atividades de cunho administrativo na gestão dos recursos naturais, estão relacionadas aos aspectos de planejamento, financiamento, controle, supervisão e atividades afins que fornecem subsídios à execução das atividades técnicas no campo. Portanto, a gestão engloba a direção e o controle da execução das atividades técnicas e administrativas (PERALTA, 1997).

O conhecimento científico sobre os ecossistemas e suas inter-relações é premissa básica para o êxito do processo de gestão ambiental. Torna-se impossível planejar ou gerir algo que não se conhece, ou que não possua um banco de dados precisos e organizados (BRESSAN, 1992).

**2.1.2 Histórico conceitual da gestão ambiental**

O conceito de Gestão Ambiental sofreu alterações no tempo (Tabela 1):

**TABELA 1** Evolução da Gestão Ambiental

ÉPOCA	ESTÁGIO	ATITUDES
Antes dos Anos 70	Reconhecimento	- Saneamento básico - Pouco reconhecimento relativo a resíduos perigosos - Existência limitada de requisitos e padrões ambientais
Anos 70	Controle	- Controle da poluição industrial (água, ar, ruído) - Gestão reativa - Filosofia de controle pontual (end-of-pipe)
Anos 80	Planejamento	- Estudo de impactos ambientais - Gerenciamento de resíduos sólidos - Controle da poluição do solo - Minimização dos resíduos

Fonte: Adaptado de COELHO (1996).

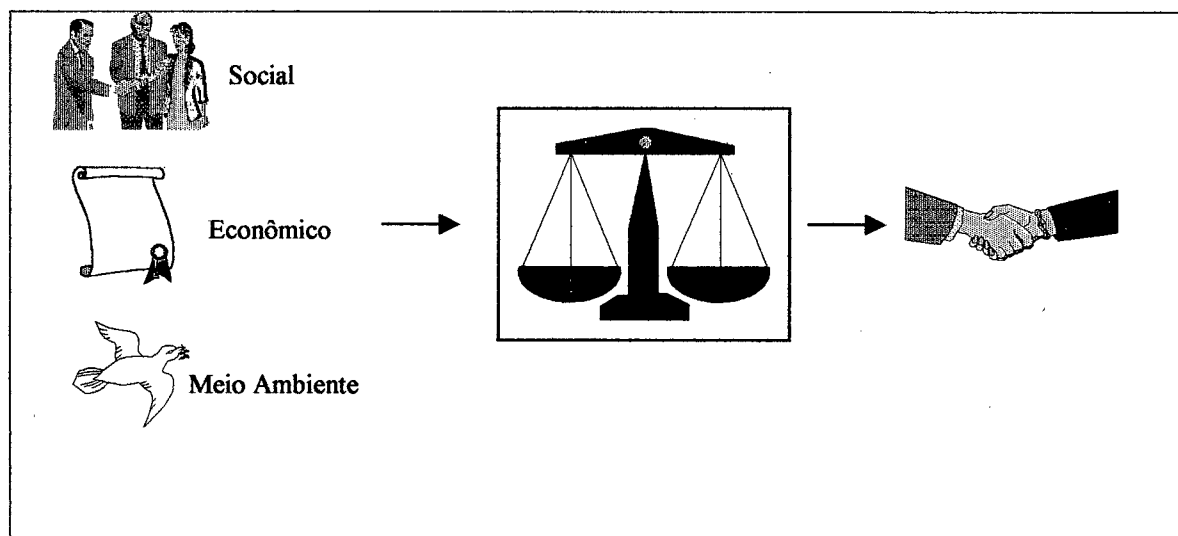
De acordo com MARQUES (1997), a gestão ambiental tem como objetivo principal o de alcançar um desenvolvimento sustentável, buscando a harmonia entre os interesses

econômicos, sociais e ambientais. Ainda segundo este mesmo autor, o responsável pela gestão ambiental ou gestor tem que possuir agilidade, flexibilidade e capacidade para enfrentar problemas previsíveis e conviver com incertezas. Desta forma, torna-se possível enfrentar os novos desafios de gestão atuando com a mesma rapidez ou conseguindo frear a velocidade das transformações humanas no meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável possui correlação direta com a gestão ambiental. Entende-se como desenvolvimento sustentável a forma inteligente e responsável de utilização dos recursos naturais sem prejudicar o valor econômico do bem natural para gerações futuras (CLARK, 1992). Em outras palavras, considerando que os recursos naturais são um bem econômico (capital inicial), somente torna-se passível de utilização o regenerável ou lucro, não podendo colocar em risco o investimento inicial.

Assim, cabe aos segmentos da sociedade responsáveis pela gestão ambiental, a identificação e aplicação de formas adequadas de uso e manejo dos recursos naturais com o propósito de garantir o desenvolvimento sustentável do espaço físico (município, estado, nação) (PERALTA, 1997).

Neste contexto, o grande desafio da gestão ambiental é harmonizar os interesses econômicos, sociais e ambientais (Figura 1).



**FIGURA 1** Desafio da Gestão Ambiental: contrabalançar e harmonizar interesses econômicos, sociais e ambientais

A gestão ambiental integra ainda, segundo LANNA (1994):

- 1- A política ambiental, que é o conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente.
- 2- O planejamento ambiental, que é o estudo prospectivo que visa à adequação do uso, controle e proteção do ambiente às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma Política Ambiental, através da coordenação, compatibilização, articulação e implementação de projetos de intervenções estruturais e não-estruturais.
- 3- O gerenciamento ambiental, que é o conjunto de ações destinado a regular o uso, controle, proteção e conservação do ambiente, e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política Ambiental.

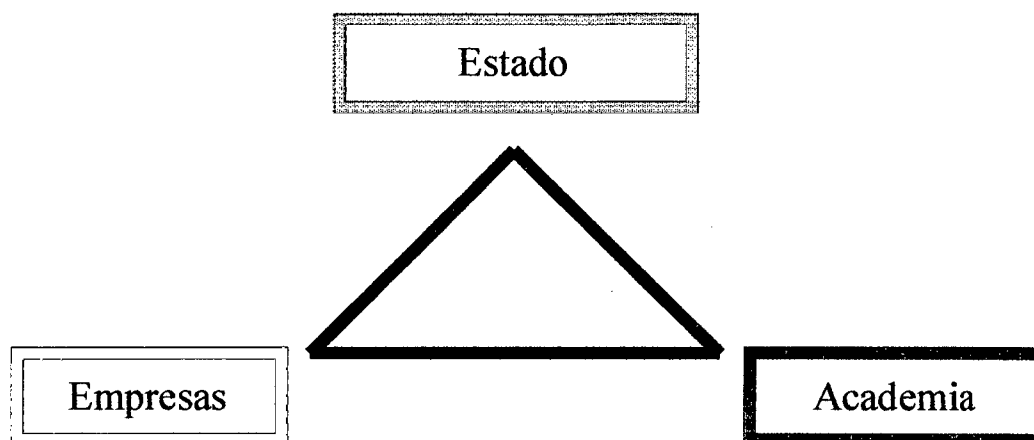
CÁNEPA (1992) ressalta ainda, que para solidificar a gestão ambiental a longo prazo, tornar-se-á necessário uma adaptação cultural por parte de todos os segmentos da sociedade a uma nova realidade de desenvolvimento com sustentabilidade.

Isto significa uma transformação estrutural radical nos sistemas produtivos e também nos valores da sociedade (BREISSAN, 1992).

### **2.1.3 Segmentos da sociedade envolvidos com a gestão ambiental**

A necessidade de uma gestão ambiental que possa garantir a disponibilidade de recursos naturais a um valor econômico acessível a todos os segmentos das gerações presentes e futuras é um desafio que somente poderá ser vencido com a participação de todos os segmentos da sociedade que compõem o trinômio: estado, as empresas e a academia (Figura 2).

O estado deve contribuir através da elaboração de leis, do poder fiscalizador e do fomento a expansão ordenada das atividades humanas sobre a base de recursos. Por outro lado, a academia deve participar com a geração de recursos humanos e com o desenvolvimento de tecnologias que minimizem os impactos das atividades antrópicas no meio ambiente. Da mesma forma, sem a participação do setor de produção de bens e serviços (setor empresarial), que possuem a capacidade direta de alterar o meio ambiente, qualquer política de gestão ambiental será ineficiente.



**FIGURA 2** Pirâmide da gestão ambiental (PERALTA, 1997).

O estado deve contribuir através da elaboração de leis, do poder fiscalizador e do fomento a expansão ordenada das atividades humanas sobre a base de recursos. Por outro lado, a academia deve participar com a geração de recursos humanos e com o desenvolvimento de tecnologias que minimizem os impactos das atividades antrópicas no meio ambiente. Da mesma forma, sem a participação do setor de produção de bens e serviços (setor empresarial), que possuem a capacidade direta de alterar o meio ambiente, qualquer política de gestão ambiental será ineficiente.

Segundo COELHO (1996), num processo de gestão ambiental, as empresas ou o Estado se mobilizam, interna ou externamente, na conquista de uma qualidade ambiental desejada. Através da gestão ambiental pública, o governo adota instrumentos e mecanismos para gerenciar atividades específicas desenvolvidas por certos segmentos industriais, que trazem consequências indesejáveis ao meio ambiente. É com estes mecanismos, como as legislações e regulamentações, que as empresas devem lidar em sua gestão ambiental privada.

Segundo DONAIRE (1995), a Câmara de Comércio Internacional (CCI), reconheceu que a proteção ambiental se inclui entre as principais prioridades a serem buscadas por qualquer tipo de negócio e definiu em 27 de novembro de 1990, uma série de princípios de gestão ambiental incluídos no *Business Charter for Sustainable Development*. São princípios voltados para Gestão Ambiental que, sob a ótica das organizações, são essenciais para atingir o Desenvolvimento Sustentável.

Atualmente no setor de produção de bens e serviços, a implantação de Sistemas de Gestão Ambiental nas empresas é requisito indispensável para a certificação ambiental. De acordo com BOGO (1998), as principais certificações que discriminam as exportações

brasileiras são o Ecotex para o setor têxtil, o Certificado de Origem para madeira ou lenha, e o Ecolabel da União Européia e mais recentemente a BS 7750 e a ISO 14000.

#### **2.1.4 Instrumentos da Gestão Ambiental**

- Auditorias Ambientais

As portas do mercado e do lucro vêm se abrindo cada vez mais para as empresas que não poluem, poluem menos ou deixam de poluir - e não para as empresas que desprezam as questões ambientais na tentativa de maximizar seus lucros e socializar o prejuízo (NOVAES, 1991).

- Educação ambiental

Adaptação cultural a novas realidades de desenvolvimento e conceitos de sustentabilidade.

- Economia ambiental

Custos de degradação X de recuperação X de proteção X princípio poluidor pagador (exemplo: tratamento de efluentes).

- Ecoengenharia ou Ecotecnologia

Uso de tecnologia para o manejo do ecossistema fundamentado no conhecimento da ecologia para minimizar danos e custos ambientais. Busca de alternativas técnicas e econômicas.

- Recuperação de áreas degradadas
- Análise e prognóstico
- Zoneamento das atividades potenciais
- Legislação ambiental - Pessoa jurídica e pessoa física
- Relatório de impacto ambiental

Trata-se de uma forma jurídica de controlar a degradação da base de recursos antes da implantação concreta dos empreendimentos potencialmente poluidores. Detectar os efeitos produzidos pelas intervenções humanas sobre a natureza, utilizando-se um instrumental técnico-científico que inclui diagnóstico ambiental, identificação, previsão de magnitude e interpretação dos impactos, definição de medidas mitigadoras e programação de monitoramento dos impactos sobre o ambiente, enquadram-se como fundamentos dos estudos de impacto ambiental (BRESSAN, 1992).

### **2.1.5 Gestão de bacias hidrográficas**

Bacia hidrográfica é a área formada ou delimitada pelos divisores, de onde convergem todas as áreas em direção a um pequeno rio, arroio, regato ou outro manancial.

Esta área que garante a vazão deste acidente geográfico representa uma unidade técnica de trabalho, visando através da melhoria dos recursos naturais, um aumento na produção agrícola.

Segundo SEIFFERT (1996) a gestão ambiental de bacias hidrográficas e do ciclo da água é estratégia para prevenir conflitos, promover solidariedade entre atividades vizinhas, evitar degradação ambiental dos solos e da água.

Ainda de acordo com o mesmo autor, os princípios para a gestão ambiental de bacias hidrográficas são os seguintes:

- água como bem público - escasso, estratégico;
- valor econômico da água;
- descentralização e participação;
- uso múltiplo da água;
- bacia como unidade de planejamento;
- água como bem finito e vulnerável.

De acordo com FELDENS (1989), o manejo de uma bacia hidrográfica começa pelo diagnóstico da situação: físico conservacionista, sócio-econômico, da água, do solo, da flora, da fauna e ambiental.

Em seguida faz-se um balanço da degradação em que se encontram estes fatores e o potencial que existe no sentido de recuperação.

Após o diagnóstico, o técnico responsável deverá ter como metodologia básica a aquisição de mapas, aerofotogrametria, imagens de satélite, e outras informações para poder delimitar os acidentes e ter condições de planejar as ações.

O manejo da bacia é uma forma moderna de se tratar os recursos naturais e por conseqüente, uma eficiente prática conservacionista para pequenas propriedades, pois além de tecnicamente ser correta, traz em seu bojo, o incentivo do espírito comunitário (FELDENS, 1989).



## **2.2. A importância do Cadastro Técnico Rural Multifinalitário na Gestão de Bacias Hidrográficas**

### **2.2.1 Importância do inventário físico-espacial para a gestão ambiental**

Um dos princípios fundamentais da administração afirma que: "é impossível administrar corretamente qualquer recurso, sem conhecê-lo completa e detalhadamente" (BRENA, 1995).

De acordo com MORAES (1992), as políticas públicas podem ser agrupadas em três grandes campos: políticas econômicas (cambial, financeira, tributária, etc.), políticas sociais (educação, saúde, previdência, etc.) e políticas territoriais (urbanização, regionalização, transportes, etc.).

Conforme o mesmo autor as políticas ambientais são modalidades de política territorial, ou seja o ambiental é um fator a ser considerado na modelagem do espaço terrestre (não se deve, no entanto, esquecer que o ambiental também surge na economia, como no "Princípio poluidor-pagador", e no social, como na educação ambiental).

Seguindo esta visão, a gestão ambiental deve acompanhar toda atividade de gestão do território, seja a interveniente sobre o espaço já construído, seja aquela atinente ao manejo dos fundos territoriais e de seus patrimônios naturais.

O inventário físico-espacial é a ferramenta capaz de fornecer informações detalhadas e relevantes sobre o contexto geográfico, econômico, social e político das comunidades.

Estas informações, quando trabalhadas por técnicos qualificados, multiplicam o potencial do decisor público, que pode inclusive passar a visualizar melhor a relação causal de sua gestão frente à potencialidade dos impactos ambientais, que seus produtos na condição de bens e serviços possam estar causando ao meio ambiente (TEIXEIRA & TEIXEIRA, 1998).

O reconhecimento da área de influência de um empreendimento, como o de uma hidrelétrica por exemplo, permite definir o melhor local para o estabelecimento de novas cidades e a determinação de unidades de conservação.

O espaço inclui elementos naturais e culturais que se integram e interagem. O relacionamento de uma comunidade com o meio é função da cultura do povo, seu modo de vida, seus desejos, suas aspirações, o conhecimento que foi adquirido através das gerações e essa concepção conduz à noção de espaço e ambiente (ORELLANA, 1985).

Segundo DIEGUES (1989), a base do gerenciamento geoambiental, entendida do prisma de ordenação territorial, é constituída pelas técnicas de zoneamento, resultando num plano de ocupação do espaço e uso dos recursos. Esse plano definirá as unidades ambientais

em termos de áreas para uso intensivo, extensivo, de preservação e de uso múltiplo. O tipo de uso recomendável dependerá das vocações naturais, das potencialidades e vocações dos ecossistemas, das restrições encontradas e das demandas por bens e serviços. O zoneamento geoambiental, para ser efetivo, deverá integrar-se dentro de um processo mais amplo de zoneamento ecológico-econômico.

No âmbito da política ambiental rural, estratégias de governo implantadas em países desenvolvidos, têm dado ênfase à redução de poluição causada pelo emprego de substâncias perigosas à saúde, ao combate à depredação crescente de espécies e biótipos, assegurando a dotação de uma proporção suficiente de espaço natural, entremeado com espaço agrícola. A elaboração de uma legislação local, ligada ao desenvolvimento agrícola, inclui medidas de criação de áreas de proteção a plantas e animais ameaçados de extinção, conservação da água, zoneamento agrícola, conservação do solo, zoneamento da expansão urbana, manejo do lixo, e de resíduos industriais e resultantes da mineração (RATCLIFFE, 1992; DEUTSCHLAND, 1994, citado por SEIFFERT, 1998).

### **2.2.2 Relação entre o Cadastro Técnico Multifinalitário e o Inventário físico-espacial**

De acordo com SHELTON (1969), o cadastro está intimamente ligado ao inventário dos recursos naturais (geologia, florestas, solos e outros). O que difere o cadastro do inventário, é a característica mais abrangente e/ou global do primeiro em relação ao levantamento dos recursos naturais.

Segundo HENSSEN (1990), o cadastro técnico é um arranjo metodológico para elaborar o inventário público de todas as propriedades, possui os dados de todas as parcelas de um município e é constituído basicamente por duas partes: uma cartográfica e outra descritiva.

Conforme PARRA (1984), o Cadastro Técnico Multifinalitário deve ser entendido como o inventário ou censo da propriedade urbana ou rural, que permite ter, para cada unidade, a descrição física, sua localização em um mapa, a situação jurídica e o valor econômico. A descrição física implica na existência de mapas adequados, na realização de estudos de solos e no inventário detalhado de cada uma das características do imóvel, tais como: caminhos, aguadas, cultivos permanentes e temporários, infra-estrutura e instalações, devidamente acompanhados do respectivo valor econômico, que permita formar verdadeiros

bancos de dados que são indispensáveis ao planejamento e desenvolvimento harmônico do país.

O mapa é uma representação geométrica plana, simplificada e convencional, do todo ou de parte da superfície terrestre, numa relação de similitude conveniente denominada escala. Dentro dos limites de restrições em um contexto, o mapa descreve uma porção do espaço geográfico com suas características qualitativas e/ou quantitativas (JOLY, 1990).

Os mapas temáticos compõem a parte gráfica de um Cadastro Técnico Multifinalitário e trazem informações sobre as características físicas de um local, ou região, tais como: relevo, tipo de solo e uso de solo.

Existem diferentes ordens de grandeza e níveis de análise espacial que devem ser considerados de acordo com sua importância. A análise parte do global para o particular, e como este está inserido e se relaciona com o espaço maior (LACOSTE, 1988).

A escala grande (ex.: 1: 10 000) é importante para a análise regional, mas para a obtenção de uma visão panorâmica (macro), há necessidade de mapas em escala pequena (ex.: 1:50 000), permitindo assim, a análise do global para o particular.

Desta forma, através da correta escolha dos mapas e suas respectivas escalas que integram um Cadastro Técnico Multifinalitário, pode-se efetuar a avaliação das características físicas de um determinado local e região, identificar e solucionar problemas de demarcação fundiária e uso do solo, titulação de propriedades, imposto territorial, uso racional do solo e vários outros aspectos que envolvem a avaliação de uma área.

No entanto, a falta de tradição cartográfica no Brasil, impede ou dificulta a realização de trabalhos de planejamento por parte de profissionais de diversas áreas (agronomia, arquitetura, engenharia).

Para se ter uma idéia do problema, basta citar o caso do mapa de aptidão do solo do Estado de Santa Catarina.

O "Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina" (SANTA CATARINA, 1973) está em escala 1:750 000. Esta escala é pequena demais diante da intensidade e diversidade de uso das terras e da variabilidade espacial dos solos da região Oeste. Nesta região, apenas alguns municípios possuem uma base cartográfica que pode auxiliar no processo de planejamento do uso do solo. Segundo TESTA et al. (1996), existe um levantamento de solos em escala maior (1: 25 000) e um estudo da aptidão agrícola das terras, ao nível de reconhecimento (escala 1: 50 000) para os municípios de Nova Erechim, Pinhalzinho e Saudades, publicados pelo ICEPA/SC (1990).

O trabalho de SILVA (2000) traz um levantamento de solos em escala 1:25.000 da Bacia dos Fragosos, Município de Concórdia - SC, realizado pela EPAGRI.

O cadastro rural foi instituído pelo Estatuto da Terra (Lei 4.504/64), tendo como função realizar o levantamento dos prédios rurais existentes no país, indicando o seu valor, situação, tipos de cultura, formas de uso da terra, atendendo principalmente a finalidade de tributação. Sempre foi executado de forma declaratória, e por isto é comum a apresentação de dados não condizentes com a verdade e não confiáveis para a composição de um cadastro técnico sério (KELM & LOCH, 1998).

O Instituto Ambiental do Paraná, através de um convênio de cooperação técnica Brasil-Alemanha na área de Cadastro Técnico Rural, elaborou um "Manual Operacional" na qual procurou estabelecer as bases técnicas organizacionais para a implantação de um cadastro técnico rural no Estado do Paraná, a partir de 1984. Este "Manual Operacional" pode ser considerado um primeiro recurso para a implantação de cadastros rurais em prefeituras, não só no Paraná, mas em todo o Brasil (IAP, 1995).

O monitoramento das características físicas de um local e/ou região é essencial para controlar a degradação e a devastação do espaço rural.

É impossível monitorar ou acompanhar o processo de desenvolvimento em uma região sem a utilização de mapas atualizados. A qualidade de uma mapa é determinada basicamente por três fatores: exatidão, complementaridade e atualidade. Segundo CARNEIRO & PAULINO (1998), o mais importante fator de qualidade de uma carta é a atualização de seu conteúdo, para que a mesma não se torne obsoleta.

A intensa dinâmica do espaço físico, como a pressão pela ocupação do solo, as exigências de investimentos em infra-estrutura, a gestão ambiental entre outras, torna mais premente a necessidade de atualização das cartas. O mundo moderno exige que se tenham informações atualizadas e espacialmente referenciadas no sentido de otimizar as decisões e solucionar problemas complexos do cotidiano.

De acordo com MONDARDO (1984), citado por LOCH (1993), a utilização racional da terra deve ser considerada como fator básico ou primordial para o sucesso da agricultura. A forma para melhorar ou manter a alta produtividade a baixo custo deve passar por uma análise da capacidade de uso do solo. Para se alcançar o equilíbrio quanto a conservação do solo, é necessário que se utilize análises temporais, quanto ao comportamento deste solo, segundo a sua forma de utilização. Assim a atualização do mapa de uso de solo torna-se imprescindível para o estudo da ocupação e capacidade de suporte do solo no espaço rural.

A legislação ambiental surgiu da necessidade de controlar as formas antrópicas de perturbação no meio ambiente, considerando-se que a degradação da base de recursos naturais ameaça significativamente a qualidade de vida humana (SILVA, 1994; SEIFFERT, 1996). O conhecimento da legislação é fundamental para o controle da ocupação físico-espacial. Segundo LOCH (1991), a legislação e a medição da realidade físico-espacial de uma determinada região, são os subsídios básicos para preservação do meio ambiente.

Uma vez que a legislação que regulamenta a ocupação do solo varia de um país para outro, o cadastro não pode ser considerado apenas como um banco de dados que pode ser transposto de uma localidade a outra ( LOCH, 1998).

No Brasil a Constituição Federal de 1988 foi a primeira a tratar deliberadamente da questão ambiental e assumiu tratamento da matéria em termos amplos e atuais. As constituições estaduais, de um modo geral, dispuseram amplamente sobre a proteção ambiental, utilizando a competência que a constituição federal reconheceu ao estados nessa matéria (SEIFFERT, 1996).

A Lei de Crimes Ambientais, n.º 9.605 de 12/02/98 prevê pena de um a 3 anos de prisão, ou multa , ou ambas, para quem destruir ou danificar ou cortar árvores em uma floresta considerada de preservação permanente, sem a permissão das autoridades competentes.

São consideradas de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios, ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais, nascentes nos topos de morros, montes, montanhas e serras, encostas com declividades superiores a 45°, fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues ou em altitude superior a 1800 m, qualquer que seja a vegetação, ou ainda assim definidos nos planos diretores e leis de uso do solo em áreas urbanas.

O conhecimento da legislação de uso da terra é imprescindível na medição da ocupação físico-espacial. De acordo com EZIGBALIKE & BENWELL (1998), o sistema de posse fundamentado na legislação (posse jurídica) dos direitos da terra propicia, dentre outras vantagens, a melhor flexibilidade no uso dos recursos da terra, a segurança da posse e melhores incentivos e oportunidades para o uso da mesma .

KELM et al. (1998), em estudos sobre a progressão da degradação ambiental em uma área de mineração de carvão, ressaltaram a importância da legislação ambiental e de uso do solo na tomada de decisão e dimensionamento de obras de engenharia necessárias ao processo de recuperação de áreas degradadas.

BITENCOURT & LOCH (1998), destacaram a importância do conhecimento da legislação referente ao estabelecimento e manutenção de unidades de conservação. Nesta

pesquisa, os autores integraram as ferramentas do cadastro com a legislação que regulamenta a formação das unidades de conservação, com o intuito de avaliar a história dos conflitos de ocupação de terra nestas áreas e efetuar o reordenamento físico-espacial da mesma.

SILVA (1979) em estudos sobre o desmatamento no Município de Ibirubá - RS, constatou as seguintes infrações ao código florestal: a área com cobertura vegetal era menor que o limite estabelecido pela lei, ou seja, menor que 20%; houve devastação total de florestas onde ocorria o pinheiro brasileiro; ocorreu desmatamento em áreas florestais situadas nas cabeceiras e ao longo dos rios, e em todo tipo de declividade.

O cadastro técnico multifinalitário desempenha papel fundamental na análise ambiental, uma vez que, otimiza a parametrização de modelos explorados de planejamento, e garante fidelidade e precisão na obtenção de dados, sem desconsiderar aspectos físicos, sociais e políticos envolvidos na região avaliada (RENÚNCIO, 1995).

### **2.2.3 A importância da cultura do homem no uso da terra, para efetivação do cadastro técnico**

Para exemplificar a influência da cultura do povo, pode-se citar a forma de uso da terra nas regiões litorâneas do estado de Santa Catarina. Nestas regiões, devido a colonização açoriana, não existe uma cultura forte de uso da terra para uma agricultura de subsistência, que complementada com os recursos oriundos da pesca poderia melhorar a qualidade de vida nestas comunidades. Há também, o trabalho de extensão rural efetuado pela EPAGRI, que através do Projeto Microbacias/BIRD I, não mediu esforços para alterar a cultura de uso do solo na região do alto-vale. Através deste trabalho, mais de 70 % das propriedades da região alteraram a forma de uso do solo extrativista (degradação da camada fértil do solo através da exposição do mesmo as intempéries) para uma cultura de uso do solo conservacionista, utilizando o sistema de plantio direto (manutenção da cobertura vegetal).

A utilização do cadastro, na sua forma mais simples, foi de fundamental importância para a execução e o êxito do Projeto Microbacias na região do Alto-Vale de Santa Catarina (município de Trombudo Central). O levantamento das características individuais das propriedades rurais (cadastro), foi a base para a administração e reordenamento do espaço rural no município.

A cultura cartográfica é um fator decisivo na elaboração do cadastro. Torna-se extremamente difícil efetuar um cadastro em países onde a legalidade das posses das

propriedades é confusa devido a falta de precisão dos dados cartográficos em relação as divisas das propriedades.

Deve-se ressaltar que mesmo em posse de um CTM e seus valiosos mapas temáticos, o fator cultural dificulta muito o alcance do retorno econômico, ou seja, a efetivação do Cadastro.

Segundo LOCH (1993), em Porto Vitória – Estado do Paraná, houve um baixo nível de utilização dos produtos gerados pelo cadastro por parte dos extensionistas. A utilização dos produtos gerados pelo cadastro, poderia melhorar a utilização das terras nesta região e consequentemente incrementar a qualidade de vida dos agricultores. Os produtos do cadastro poderiam ainda, conscientizar os agricultores quanto ao conhecimento das suas propriedades através de uma forma global e integrada.

Além do exposto por LOCH, conforme NASCIMENTO (1994), quando se trata de educação voltada à extensão rural, um certo cuidado deve ser tomado com respeito ao fator cultural do produtor. A forma como ele herdou os ensinamentos de trabalhar a terra foi de maneira hereditária, o que para ele é mais correto em termos de manejo e técnicas. Assim, respeitar a educação originária dos produtores é muito importante quando se quer implantar uma outra metodologia de uso da terra.

No entanto, para introduzir uma inovação, seja qual for, é necessário mostrar para o produtor a importância dele como agente transformador do espaço ou alvo principal dessa transformação. Para isto, é interessante começar mostrando o meio em que ele vive, como esse espaço está inserido num espaço político que é o município, e este num espaço maior que é o Estado (NASCIMENTO, 1994).

#### **2.2.4 Geração do ordenamento físico-espacial**

Os ideais de sustentabilidade quanto ao uso da terra, buscam um replanejamento da estrutura agrária para a utilização dos recursos naturais através de gerações.

A ordenação do espaço físico não somente propicia o uso da terra através das gerações, mas também incrementa a produtividade, reduzindo os custos necessários à produção agrícola.

De acordo com LOCH (1998), o Cadastro Técnico é a base para a regularização fundiária, provendo ao cidadão um título de registro de imóveis de acordo com as reais dimensões da área adquirida.

A posse deste documento propicia ao cidadão: estabilidade, segurança e dignidade.

O Cadastro Técnico Multifinalitário, segundo LOCH (1990), também é a base para qualquer tipo de planejamento municipal ou regional, uma vez que, disponibiliza ao planejador todos os elementos que caracterizam a área de interesse. O Cadastro Técnico é um passo decisivo para a organização das propriedades imobiliárias e a regularização de posses do município, sendo portanto o ponto de partida para os projetos de planejamento físico-espacial.

De acordo com LOCH (1993), todo o ordenamento físico-espacial gerado através da avaliação da área, deve ser na direção da melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes, da região e do país.

Segundo SEIFFERT (1996), o reordenamento e saneamento do espaço rural buscam verificar as possibilidades de desenvolvimento rural e formular novas alternativas para o uso do espaço rural considerando unidades de produção economicamente e ambientalmente viáveis.

Conforme NASCIMENTO (1994), a organização espacial tem sido tema de discussão entre várias ciências, dentre elas Engenharia Civil, Sanitária, Geografia, e Arquitetura. Em todas essas ciências, trabalhar o espaço significa identificar, diagnosticar e prognosticar fenômenos que, de forma conjunta, fornecem subsídios para o planejamento físico-territorial elaborar as metas de desenvolvimento que buscam o aprimoramento da sociedade, de acordo com a realidade existente.

O tema organização espacial é desconhecido no Brasil, onde as propriedades são projetadas sem qualquer conhecimento prévio das condições geomorfológicas e possuem dimensões que inviabilizam qualquer proposta de distribuição dos tipos de uso da terra (LOCH, 1993).

Dentre os países que vêm se destacando na formulação de políticas agrícolas fundamentadas na reordenação do espaço físico, há o exemplo da Alemanha. Segundo THOMAS (1998), o Ato de Consolidação da Terra (1976), regulamentou a reordenação do espaço agrícola, que poderá ser organizado com o objetivo de aumentar a produção e melhorar as condições de trabalho na agricultura e nas florestas, bem como, promover o uso racional e o desenvolvimento da terra.

Segundo o mesmo autor, a área escolhida deverá ser remodelada de acordo com a sua estrutura de paisagem, satisfazendo os interesses das partes envolvidas e favorecendo o desenvolvimento da terra para o benefício público. Os pré-requisitos necessários à análise econômica deverão ser considerados, para se atingir a modernidade no gerenciamento. Assim, será efetuada a remodelagem das unidades em relação a sua localização (vias de acesso,

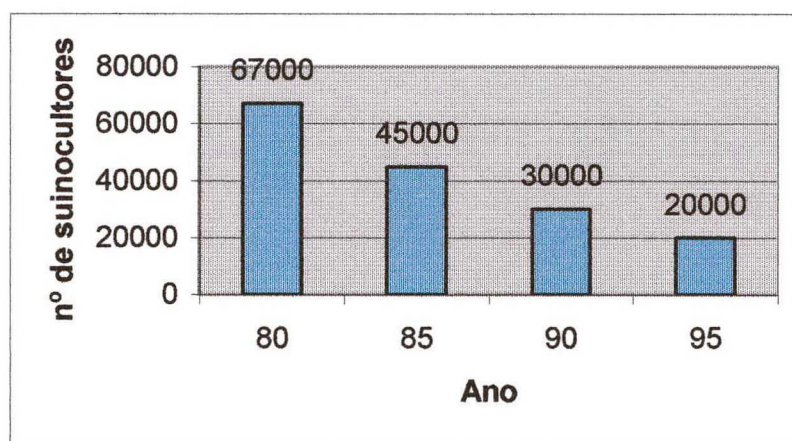


formato, tamanho, corpos d'água). A melhoria da conservação do solo e outras medidas ambientais são alvos para a melhoria das condições básicas das empresas agrícolas, reduzindo a quantidade de trabalho e facilitando o gerenciamento. Todos os objetivos perseguidos pela Consolidação da Terra devem satisfazer aspectos econômicos, ecológicos e sociais.

Outro importante aspecto levantado por LOCH (1993), é que a organização espacial da propriedade deve conduzir à organização espacial municipal ou regional através da ocupação da terra, segundo a aptidão das terras.

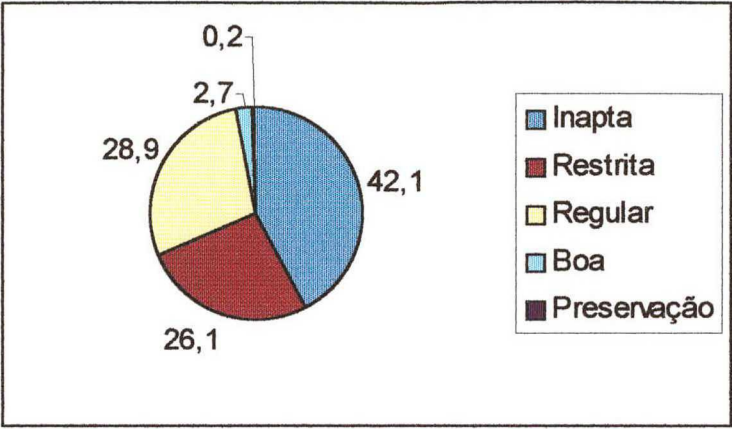
TESTA et al. (1996) verificaram através de estudos temporais sobre os fatores densidade demográfica, implantação de pólos agro-industriais e uso do solo x capacidade de uso, que o maior problema social, econômico e ambiental do Oeste Catarinense foi provocado pela falta de ordenamento físico-espacial, principalmente com relação à atividade da suinocultura na região e também no ordenamento intra-propriedade.

Nos últimos anos, devido a estratégia agro-industrial da produção de suínos estar fundamentada em sistemas especializados e de grande escala, houve uma grande redução no número de suinocultores (Figura 3), mantendo-se a mesma produção.



**FIGURA 3** Histórico da atividade da suinocultura no oeste de Santa Catarina (TESTA et al., 1996).

A escassez de terras aptas ao cultivo de milho (Figura 4) impossibilita a utilização dos dejetos na propriedade, agravando os problemas ambientais.



**FIGURA 4** Aptidão agrícola das terras do Oeste Catarinense para culturas anuais (ICEPA/SC, 1990).

Os suinocultores excluídos contribuíram para o aumento da evasão rural neste período, ver (Tabela 2).

**TABELA 2** Taxa de crescimento populacional por Associação de Municípios do Oeste Catarinense, no período de 1980 a 1991 em %

Local	Rural	Urbana	Total
AMEOSC	-0,69	2,43	0,29
AMOSC	-1,27	4,46	1,16
AMAI	-1,44	4,17	0,93
AMAUC	-1,19	6,02	1,17
AMMOC	-1,54	3,21	0,95
AMARP	-0,86	4,71	2,69
Oeste	-1,14	4,18	1,14
Catarinense			

Fonte: IBGE (1983 e 1994), adaptado por TESTA et al. (1996)

A falta de visão de planejamento está provocando uma crise nesta região. Os estudos de TESTA et al. (1996), devem servir de base para um planejamento regional e motivar a implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário Rural, através de seu apelo social, econômico e ambiental.

2.3. Manejo de dejetos de suínos

2.3.1 Introdução

O manejo de dejetos de suínos compreende todas as atividades técnicas que permitem sua correta utilização e destino apropriado, ou seja, que não provoquem sobrecargas no solo ou processos de poluição hídrica pontual ou difusa, pela contaminação de corpos receptores ou do lençol freático.

Para tanto é necessário conhecer sua composição, a legislação ambiental pertinente, critérios técnicos para sua utilização como fertilizantes, técnicas de armazenamento e tratamento e técnicas de distribuição dos dejetos.

2.3.2 Produção de dejetos de suínos

Os dejetos das criações confinadas de suínos são compostos por fezes, urina, resíduos de rações, excesso de água dos bebedouros e água utilizada na limpeza das baias.

As quantidades produzidas variam de acordo com a categoria de criação do produtor (Ciclo Completo, Unidade de Produção de Leitões e Terminação), quantidade de água utilizada nas instalações, estação do ano, tipo de dieta e grau de confinamento.

A Tabela 3 apresenta a produção total de dejetos de suínos, por categoria dos animais.

TABELA 3      Produção de dejetos de suínos em diferentes fases de desenvolvimento

Categoria Dos animais	Esterco (kg/dia)	Esterco + urina (kg/dia)	Dejetos líquidos (litro/dia)	Estrutura de estocagem (m³/animal/mês)	
				Esterco + urina	Dejetos Líquidos
Leitão creche	0,35	0,95	1,40	0,04	0,05
25 a 100Kg	2,30	4,90	7,00	0,16	0,25
Porca: reposição, pré-cobrição, cobrição e gestante	3,60	11,00	16,00	0,34	0,48
Porca em lactação com leitões	6,40	18,00	27,00	0,52	0,81
Macho	3,00	6,00	9,00	0,18	0,28
Média	2,35	5,80	8,60	0,17	0,27

Fonte: TIETJEN (1966), Committee of National Pork Producers Council (1981), LOEHR (1974), SANCEVERO et al. (1979), KONZEN (1980) e KONZEN & BARBOSA (1979), citados por SANTA CATARINA (1994).

De acordo com GOSMANN (1997), análises de amostras coletadas em 163 suinocultores da região Oeste Catarinense, apontaram as seguintes médias de produções diárias:

- Ciclo completo (CC): 70 litros/dia.matriz;
- Unidade de produção de leitões: 26 litros/dia/matriz;
- Terminação: 5,9 litros/dia/matriz.

Segundo PERDOMO et al. (1999) existem valores práticos que ajudam a estimar a produção diária de dejetos para os diferentes sistemas de produção de suínos. Para o ciclo completo (CC): 100 litros/dia.matriz. Para unidade de produção de leitões (UPL): 60 litros/dia.matriz. Para terminação: 7,5 litros/dia.animal.

De todas as fontes consultadas PERDOMO et al. (1999) apresentam os maiores valores de produção diária de dejetos. Sugere-se que, na falta de informações primárias sobre produção de dejetos por propriedade, estes sejam os valores utilizados para o cálculo da vazão de projeto.

### **2.3.3 Caracterização de dejetos de suínos**

A Tabela 4 apresenta características físicas, químicas e biológicas de dejetos de suínos.

No campo, através da determinação da densidade dos dejetos, é possível estimar a sua composição em nutrientes e calcular a dose adequada a ser aplicada para uma determinada cultura.

Visando fornecer subsídios aos técnicos e produtores na avaliação da qualidade do esterco de suínos para as propriedades, SCHERER et al. (1996) elaboraram uma Tabela de Conversão (Tabela 5) que possibilita estimar o teor de nutrientes com base na medição da densidade do liquame. A pesquisa foi realizada no ano de 1994, em oito municípios da região oeste do Estado de Santa Catarina, em 80 propriedades produtoras de suínos.

**TABELA 4** Características físicas, químicas e biológicas de dejetos de suínos

Características	Unidade de medida	Valor
<b>Físicas</b>		
Dejetos totais (*)	Kg/d/1000kgpv (**)	84
Urina	Kg/d/1000kgpv	39
Densidade	Kg/m³	990
Sólidos totais	Kg/d/1000kgpv	11
Sólidos voláteis	Kg/d/1000kgpv	8,5
<b>Químicas</b>		
DBO <sub>5</sub>	Kg/d/1000kgpv	3,1
DQO	Kg/d/1000kgpv	8,4
pH		7,5
Nitrogênio Total Kjeldahl	Kg/d/1000kgpv	0,52
Nitrogênio Amoniacal	Kg/d/1000kgpv	0,29
Fósforo Total	Kg/d/1000kgpv	0,18
Orthofosfato	Kg/d/1000kgpv	0,12
Potássio	Kg/d/1000kgpv	0,29
Cálcio	Kg/d/1000kgpv	0,33
Magnésio	Kg/d/1000kgpv	0,07
Enxofre	Kg/d/1000kgpv	0,076
Sódio	Kg/d/1000kgpv	0,067
Cloro	Kg/d/1000kgpv	0,26
Iodo	Mg/d/1000kgpv (**)	16
Manganês	Mg/d/1000kgpv	1,9
Boro	Mg/d/1000kgpv	3,1
Molibdeno	Mg/d/1000kgpv	0,028
Zinco	Mg/d/1000kgpv	5,0
Cobre	Mg/d/1000kgpv	1,2
Cádmio	Mg/d/1000kgpv	0,27
Chumbo	Mg/d/1000kgpv	0,084
<b>Biológicas</b>		
Coliformes totais	Colônias	45 x 10 <sup>10</sup>
Coliformes fecais	Colônias	18 x 10 <sup>10</sup>

Fonte: ASAE (1993)  
(\*) Dejetos totais = Esterco + urina  
(\*\*) A produção está expressa em quilograma (kg) ou miligrama (mg) por dia por 1000 kg de peso vivo

**TABELA 5** Estimativa dos teores de matéria seca, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O no esterco líquido de suínos em função da sua densidade <sup>(A)</sup>

Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	MS (%)	N-t (kg/m <sup>3</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -t (kg/m <sup>3</sup> )	K <sub>2</sub> O -t (kg/m <sup>3</sup> )	N-m (kg/m <sup>3</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -m (kg/m <sup>3</sup> )
1.002	0,01	0,68	0,21	0,63	0,65	0,19
1.004	0,34	0,98	0,52	0,75	0,79	0,27
1.006	0,79	1,29	0,83	0,88	0,94	0,36
1.008	1,24	1,60	1,14	1,00	1,08	0,44
1.010	1,69	1,91	1,45	1,13	1,23	0,53
1.012	2,14	2,21	1,75	1,25	1,38	0,61
1.014	2,59	2,52	2,06	1,38	1,52	0,69
1.016	3,04	2,83	2,37	1,50	1,67	0,78
1.018	3,48	3,13	2,68	1,63	1,82	0,86
1.020	3,93	3,44	2,99	1,75	1,96	0,95
1.022	4,38	3,75	3,29	1,88	2,11	1,03
1.024	4,83	4,06	3,60	2,00	2,25	1,12
1.026	5,28	4,36	3,91	2,13	2,40	1,20
1.028	5,73	4,67	4,22	2,25	2,55	1,29
1.030	6,18	4,98	4,53	2,38	2,69	1,37
1.032	6,63	5,28	4,84	2,50	2,84	1,46
1.034	7,08	5,59	5,14	2,63	2,98	1,54
1.036	7,52	5,90	5,45	2,75	3,13	1,62
1.038	7,97	6,21	5,76	2,88	3,28	1,71
1.040	8,42	6,51	6,07	3,00	3,42	1,79
1.042	8,87	6,82	6,38	3,13	3,57	1,88
1.044	9,32	7,13	6,68	3,25	3,72	1,96
1.046	9,77	7,43	6,99	3,38	3,86	2,05
1.048	10,22	7,74	7,30	3,50	4,01	2,13
1.050	10,67	8,05	7,61	3,63	4,15	2,22
1.052	11,12	8,36	7,92	3,75	4,30	2,30
1.054	11,56	8,66	8,23	3,88	4,45	2,39
1.056	12,01	8,97	8,53	4,00	4,59	2,47
1.058	12,46	9,28	8,84	4,13	4,74	2,56
1.060	12,91	9,59	9,15	4,25	4,88	2,64

Densímetro (aerômetro) ARBA com valores entre 1.000 a 1.100 kg/m<sup>3</sup>.

Nota: t = nutrientes totais; m = nutrientes minerais.

Fonte: SCHERER et al. (1996)

### 2.3.4 Legislação Ambiental

Semelhante a outras atividades consideradas potencialmente poluidoras, não existe no Brasil uma legislação própria para a suinocultura, mas sim vários instrumentos legais que interferem no ordenamento da atividade.

Portanto serão apresentados neste tópico os artigos das Legislações Federal e Estadual mais pertinentes à problemática ambiental decorrente da criação de suínos.

Quanto a localização das instalações, deve ser obedecido o Código Florestal, que estabelece a manutenção da vegetação nas margens dos rios para a preservação dos recursos hídricos. O Art. 2º do Código Florestal estabelece limites para o desmatamento das margens dos rios. Ao longo dos rios ou de qualquer curso de água, a faixa marginal de preservação permanente mínima deverá ser de: 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; de 100 (cem) metros para os cursos que meçam de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de distância entre as margens; de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura e de 500 (quinhentos) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 600 (seiscentos) metros.

Este mesmo artigo do Código Florestal define ainda como florestas de preservação permanente os topos de morros, montes, montanhas e serras, em encostas ou parte destas com declividade superior a 45 ° equivalente a 100% na linha de maior declive e em altitude superior a 1.800 metros, qualquer que seja a vegetação.

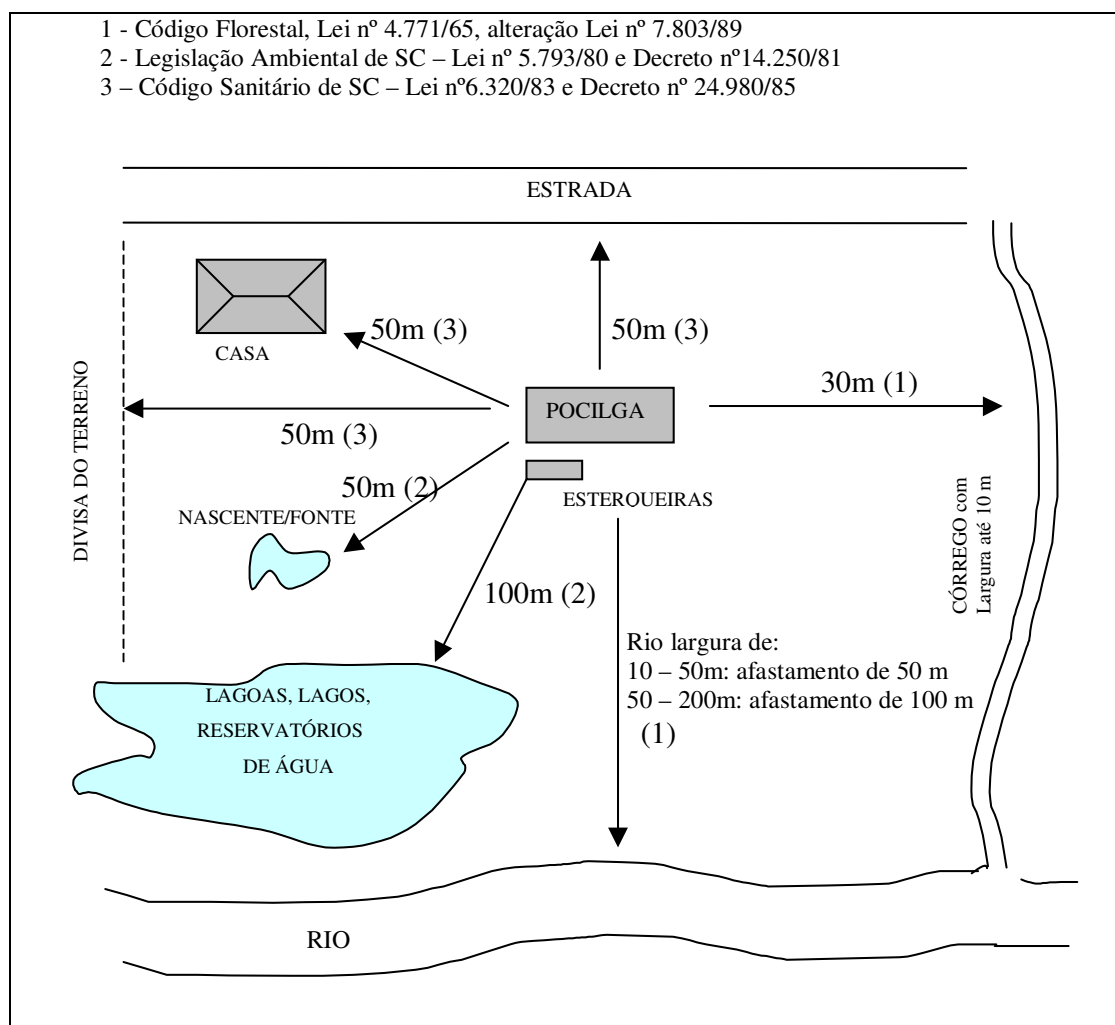
O Decreto Estadual n.º 14.250 de 05 de Junho de 1981 em seu artigo 49 dispõe que nas áreas de formação vegetais defensivas à erosão, fica proibido o corte de árvores e demais formas de vegetação natural, ao redor das lagoas, lagos e reservatórios de água numa faixa de 100 (cem) metros e ao redor das nascentes, numa faixa de 50 (cinquenta) metros.

O Decreto n.º 24.980, de 14 de março de 1985 (SANTA CATARINA, 1985) regulamenta os artigos 25 e 26 da Lei n.º 6.320 de 20 de dezembro de 1983, que dispõem sobre habitação urbana e rural. A Seção III do Capítulo V, descreve as normas específicas a serem cumpridas nas habitações rurais. De acordo com o Art. 55, a pessoa não poderá manter depósito de lixo ou estrume, a uma distância menor que 50 metros de qualquer habitação rural. Sempre que razões de saúde pública o exijam, a autoridade de saúde poderá estabelecer medidas especiais quanto ao afastamento ou destino desses resíduos. O Art. 56 estabelece que a pessoa poderá ter criação de suínos, bovinos, ovinos, aves e eqüinos, desde que as pocilgas, estábulos, cocheiras, aviários e instalações congêneres sejam situados em zona rural, obedeçam as exigências de normas regulamentares específicas sobre estabelecimentos industriais, comerciais e agropecuários e ainda: as pocilgas deverão estar localizadas a uma distância de 50 metros no mínimo, das habitações, dos limites dos terrenos vizinhos e das margens da estradas; os estábulos, cocheiras, aviários e instalações congêneres deverão estar localizadas a uma distância de no mínimo, 20 m das habitações, dos limites dos terrenos

vizinhos e das margens das estradas e não será permitido compartimento habitável destinado aos tratadores dos animais, desde que fiquem completamente isolados.

A Figura 5 apresenta um croqui exemplificando a localização de pocilgas e sistema de manejo de dejetos suínos, segundo a legislação vigente.

**FIGURA 5** Localização de pocilgas e sistema de manejo de dejetos suínos, segundo legislação vigente.



Fonte: Adaptado de FATMA Joaçaba – SC (1997)

O Estado de Santa Catarina por meio da Portaria n.º 024, de 19 de Setembro de 1977, enquadrando os cursos d'água do Estado de Santa Catarina.

Em 15 de outubro de 1980, a Lei n.º 5.793, que dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental do Estado de Santa Catarina, precedendo a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, definiu como uma de suas diretrizes o estabelecimento de critérios e padrões



da qualidade ambiental, de normas relativas aos recursos naturais e ao uso e ocupação do solo (Art. 4º, III) (SANTA CATARINA, 1998).

O Decreto n.º 14.250, de 5 de junho de 1981, que regulamenta dispositivos da Lei n.º 5.793/1980, em seu art. 5º, classificou as águas interiores situadas no território catarinense, segundo seus usos preponderantes, em:

I – Classe I – águas destinadas ao abastecimento doméstico sem tratamento prévio ou com simples desinfecção;

II – Classe II – águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);

III – Classe 3 – águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à preservação de peixes em geral e de outros elementos da fauna e da flora e à dessedentação de animais; e

IV – Classe 4 – águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento avançado, ou à navegação, à harmonia paisagística e ao abastecimento industrial, à irrigação e a usos menos exigentes.

§ 1º Não há impedimentos no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

§ 2º A classificação de que trata esse artigo poderá abranger parte ou a totalidade da coleção de água, devendo a portaria que efetuar o enquadramento definir os pontos limites.

O artigo 11 prevê ainda que, nas águas de classe 1, não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados (SANTA CATARINA, 1998).

As resoluções do CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente n.º 001 (18/03/86) e 020 (18/06/86), estabelecem o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras e a classificação de águas no território nacional e os limites de contaminantes orgânicos e inorgânicos, segundo seus usos. Porém, para os corpos d'água do Estado de Santa Catarina, permanece vigente o enquadramento estabelecido pela portaria n.º 024/79 e Decreto n.º 14.250/81.

Segundo a Portaria n.º 24/79, que enquadra os cursos d'água do Estado de Santa Catarina, o Rio Lajeado dos Fragosos está classificado como Classe 2 (SANTA CATARINA, 1998).

Cabe ressaltar que os padrões catarinenses não diferem na sua essência daqueles previstos na Resolução CONAMA n.º 020/86. De acordo com SILVA (2000) há, sim, um

aumento do número de classes para as águas doces de usos mais nobres, classes especial, “1”, “2”, “3” e “4”. Desse modo a classe “1” catarinense corresponde à classe especial da Resolução CONAMA, enquanto que as classes “1” e “2” do CONAMA estariam entre as classes “1” e “2” previstas na legislação catarinense. Já a maioria dos parâmetros da classe “2” catarinense corresponde aos da classe “3” da resolução CONAMA, na qual foram acrescidos parâmetros relativos a substâncias potencialmente prejudiciais.

O artigo 19 do Decreto n.º 14.250/81 (SANTA CATARINA, 1998) define os padrões de emissão de efluentes líquidos em corpos d’água de Classe 2, 3 ou 4. De acordo com este artigo, os efluentes líquidos provenientes da suinocultura somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos rios da sub-bacia em estudo desde que obedeçam as seguintes condições:

- pH entre 6,0 a 9,0;
- temperatura inferior a 40° C;
- materiais sedimentáveis até 1,0 ml/l em testes de 1 hora em “Cone Imhoff”;
- ausência de materiais flutuantes visíveis;
- Nos lançamentos em trechos de corpos de água contribuintes de lagoas, lagunas e estuários, além dos itens anteriores, serão observados os limites máximos para as seguintes substâncias:
  - a) Fósforo total: 1,0 mg/l
  - b) Nitrogênio total: 10,0 mg/l
  - c) Ferro total: 15,0 mg/l
- a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo d’água, todas as avaliações deverão ser feitas para as condições mais desfavoráveis;
- os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos de águas;
- no cálculo das concentrações máximas permissíveis não serão consideradas vazões de efluentes líquidos obtidas através de diluição dos efluentes;
- regime de lançamento contínuo de 24 h/dia com variação máxima de 50% de vazão horária média;
- DBO<sub>5</sub>, 20°C no máximo de 60 mg/l . Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO<sub>5</sub>, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); e

- os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não deverão conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água.

### **2.3.5 Sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos de suínos**

#### **2.3.5.1.Introdução**

No início dos anos 80, o alto custo do petróleo e a escassez de energia levaram o Brasil a intensificar pesquisas no sentido de obter energia de fontes naturais renováveis (ALVES et al., 1980).

O Governo do Estado de Santa Catarina, através do Programa Estadual de Energia (PROENERGIA), implantou biodigestores em várias unidades piloto distribuídas pelo Estado. A meta do programa era implantar biodigestores em 21.000 propriedades rurais até o ano de 1985 (SANTA CATARINA, 1980). Segundo a EPAGRI, até 1986 foram instalados apenas 750 biodigestores, sendo 106 deles no Município de Concórdia.

Passada a crise, a maioria dos proprietários abandonou o sistema, desmotivados também por várias dificuldades enfrentadas em sua operação.

Na década de 90, diante dos problemas econômicos e ambientais causados pela concentração da suinocultura, o Governo do Estado de Santa Catarina lançou o “Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento e Aproveitamento dos Dejetos” implementado a partir de 1994, com maior força na região Oeste. Um dos principais objetivos deste programa foi a implantação de bioesterqueiras e esterqueiras para assegurar facilidades no manejo e distribuição dos dejetos de suínos, além de proporcionar um destino mais adequado aos mesmos como fertilizantes (GUIVANT, 1997). Portanto estes são os sistemas de armazenamento mais utilizados atualmente no Estado. Nestes o processamento dos dejetos ocorre na forma de digestão anaeróbia.

A digestão anaeróbia é um processo de degradação da matéria orgânica por ação de bactérias, fungos e protozoários, sendo utilizada no tratamento de dejetos de suínos e na preservação de seu poder fertilizante (BELLI Fº, 1995).

No entanto, as esterqueiras e as bioesterqueiras devem ser consideradas como sistemas de armazenamento. De acordo com GOSMANN (1997), as esterqueiras e as bioesterqueiras são reatores adequados para armazenamento, não podendo ser considerados sistemas de

tratamento dos dejetos de suínos, apesar de promoverem uma redução significativa da  $DBO_5$  solúvel, em períodos de temperatura elevada.

As pequenas propriedades produtoras de suínos, em sua maioria, possuem apenas sistemas de armazenamento, como por exemplo, na Bacia dos Fragosos, na qual segundo SILVA (2000) somente duas das cento e vinte propriedades pesquisadas possuem um sistema completo de tratamento.

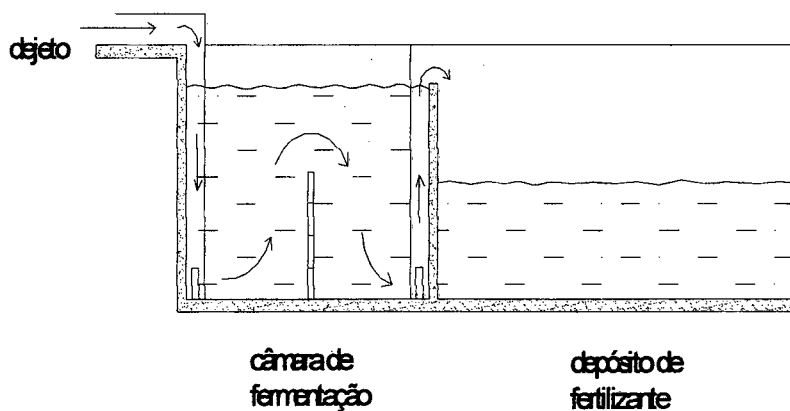
A seguir serão detalhados os seguintes sistemas de armazenamento e tratamento de dejetos de suínos:

- Bioesterqueira e Esterqueira (somente armazenamento);
- Biodigestores;
- Separação de fases;
- Lagoas de estabilização;
- UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente).

#### 2.3.5.2. Bioesterqueiras

Segundo EPAGRI (1995), a bioesterqueira utilizada em Santa Catarina foi adaptada pelo Serviço de Extensão Rural de Santa Catarina (Figura 6).

Consiste na construção de câmara de fermentação que permite a retenção dos dejetos por um período de 45 dias, seguida por um depósito de dejetos dimensionado para um período mínimo de 90 a 120 dias de estocagem (EPAGRI, 1995).



**FIGURA 6** Corte lateral de uma bioesterqueira (OLIVEIRA et al., 1993)

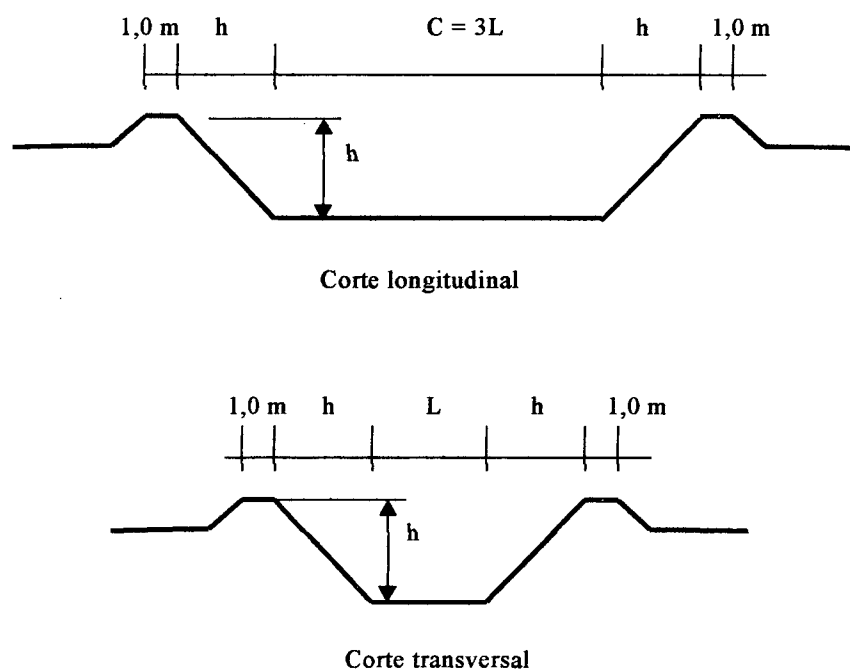
### 2.3.5.3. Esterqueiras

Os dejetos líquidos de suínos podem ser armazenados em esterqueiras de alvenaria com estruturas de concreto ou em depósitos revestidos com manta plástica de 0,5 mm de espessura (DARTORA et al., 1998).

De acordo com LINDNER (1997) a Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) não entra no mérito do tipo de compartimento usado para armazenagem de dejetos, ou seja, se o modelo é bioesterqueira ou esterqueira convencional. Ela apenas estabelece o tempo de retenção em torno de 135 dias, podendo ser dividido em 45 dias para o processo de fermentação e 90 dias para estocagem, no caso da bioesterqueira, sempre incluindo o revestimento dos tanques, para evitar a contaminação do subsolo e das águas superficiais.

Resultados de pesquisa de GOSMANN (1997) demonstraram que, havendo boas condições de funcionamento, tanto as bioesterqueiras como as esterqueiras apresentam a mesma eficiência na redução/degradação da matéria orgânica e na preservação do poder fertilizante. O mesmo autor ressalta ainda que, como o custo de construção da esterqueira é 20 % menor em relação ao custo da bioesterqueira, considerando somente armazenagem, a esterqueira é mais econômica.

A Figura 7 apresenta um desenho esquemático de uma esterqueira.



**FIGURA 7** Corte esquemático de uma esterqueira para estocagem de dejetos

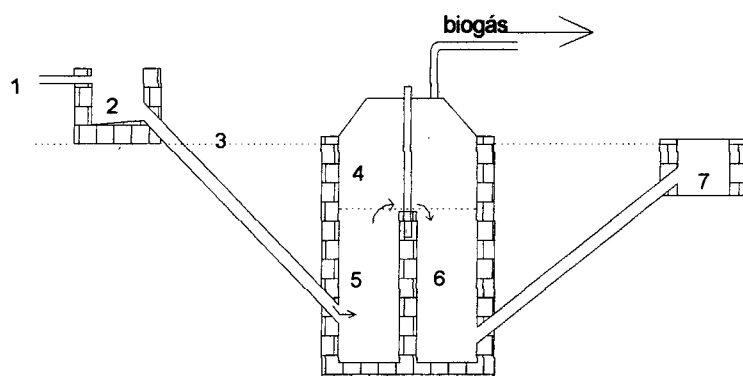
#### 2.3.5.4. Biodigestores

São sistemas de tratamento anaeróbio utilizados para a degradação dos dejetos de suínos com valorização do efluente como fertilizante e recuperação do biogás produzido.

Segundo BELLI F<sup>o</sup> (1995), o mecanismo da digestão anaeróbia compreende as seguintes fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Na metanogênese os compostos simples produzidos na acidogênese são transformados em biogás pelas bactérias anaeróbias restritas.

Os digestores convencionais são empregados para resíduos com alta concentração de sólidos (suspensão), portanto, consistem em grandes tanques que podem ser alimentados descontinuamente (batelada) ou intermitentemente (diariamente) (OLIVEIRA et al., 1993).

De acordo com GOSMANN (1997), os mais comuns são os biodigestores do tipo indiano, filipino e chinês. Em Santa Catarina o mais utilizado é o do tipo indiano de fluxo contínuo, recomendando-se tempo de detenção de 30 – 50 dias (Figura 8).



1 - entrada do dejetos; 2 - tanque de alimentação; 3 - nível do solo; 4 - campânula (coleta o gás liberado pela fermentação do dejetos); 5 e 6 - subcâmaras de fermentação; 7 - tanque de descarga

**FIGURA 8** Corte esquemático de um biodigestor modelo indiano (OLIVEIRA et al., 1993)

#### 2.3.5.5. Separação de fases

De acordo com OLIVEIRA et al. (1993), a separação de fases consiste em separar as partículas maiores contidas nos dejetos da fração líquida e conduzir a obtenção de dois produtos:

- uma fração líquida mais fluida, mas conservando a mesma concentração em elementos fertilizantes solúveis, que os dejetos brutos;
- uma fração sólida, resíduo da peneira, com umidade próxima a 70%, mantendo-se agregada e podendo evoluir para um composto.

Na separação de partículas maiores que 10 micra (0,01 mm) contidas nos dejetos líquidos pode-se utilizar os seguintes processos: decantação, peneiramento e centrifugação (EPAGRI, 1995).

Segundo DARTORA et al. (1998), o decantador de fluxo ascendente pode ser utilizado para separar a parte líquida dos dejetos de suínos, aumentando a eficiência dos processos subsequentes e valorizando o material resultante (o lodo) para uso como adubo orgânico. Os mesmos autores classificam esse tipo de equipamento como sistema de tratamento preliminar.

#### **2.3.5.6. Lagoas de estabilização**

As lagoas de estabilização são classificadas de acordo com a atividade metabólica predominante na degradação da matéria orgânica, tais como: anaeróbias, facultativas e de maturação ou aeróbias. Como variantes segundo a intensificação do processo, como por exemplo, lagoas com plantas macrófitas, aeradas, de alta taxa de degradação e outras. Elas podem ser distribuídas em diferentes números e combinações, a fim de alcançar a qualidade padrão requerida (PEARSON et al., 1995, citado por MEDRI, 1997).

##### **a. Lagoas anaeróbias**

São normalmente empregadas para estabilização de altas cargas orgânicas aplicadas e atuam como unidade primária em um sistema de lagoas. Sua função principal é a degradação da matéria orgânica (DBO e DQO) envolvendo a participação de bactérias facultativas e estritamente anaeróbias (MEDRI, 1997).

De acordo com DARTORA (1998), as lagoas anaeróbias devem ter em torno de 2,2 m de profundidade útil e uma relação de comprimento x largura de 2 a 3 : 1, devendo serem dimensionadas em função da carga orgânica (DBO<sub>5</sub>) e tempo de retenção hidráulica em torno de 30 a 40 dias.

#### b. Lagoas facultativas

As lagoas facultativas são o tipo mais comum e operam com cargas orgânicas mais leves que as utilizadas nas lagoas anaeróbias, permitindo um desenvolvimento de algas nas camadas mais superficiais e iluminadas. Essas algas, através da atividade fotossintética, oxigenam a massa líquida da lagoa, modificam o pH e consomem nutrientes orgânicos (SOUZA, 1994).

De acordo com DARTORA et al. (1998), a profundidade dessas lagoas favorece o desenvolvimento dos microorganismos vegetais, mas também propicia certa condição para o desenvolvimento das bactérias anaeróbias.

As lagoas facultativas atuam normalmente como forma de tratamento secundário de dejetos de suínos.

#### c. Lagoas de maturação ou aeróbias

As lagoas de maturação são usadas ao final de qualquer sistema de lagoas de estabilização. Estas lagoas melhoram a qualidade do efluente pré-tratado, através, principalmente da redução de organismos patogênicos (bactérias, vírus, ovos de invertebrados e outros), nutrientes (N e P), sólidos em suspensão e alguma remoção de DBO e DQO remanescentes (MARA & PEARSON, 1986).

De acordo com MEDRI (1997) este tipo de lagoa para tratamento de águas residuárias compreende unidades rasas, necessárias para manter as condições aeróbias, sendo que o seu desempenho depende exclusivamente do oxigênio produzido pelas algas, sendo ele transferido quase que por toda a lagoa através da turbulência dos ventos.

#### d. Lagoa de aguapés

Segundo DARTORA et al. (1998), as lagoas de aguapés são boas alternativas para remoção de nitrogênio e fósforo do efluente.

Resultados obtidos por MEDRI (1997) demonstram que os resíduos orgânicos de suínos necessitam de uma etapa terciária de tratamento, para adequação do efluente às exigências dos padrões estabelecidos na Legislação Ambiental. O objetivo principal desse tratamento é reduzir a potencialidade de ocorrência de eutrofização do corpo receptor. Em seu experimento esse tratamento foi efetuado através de lagoas facultativas de aguapés.

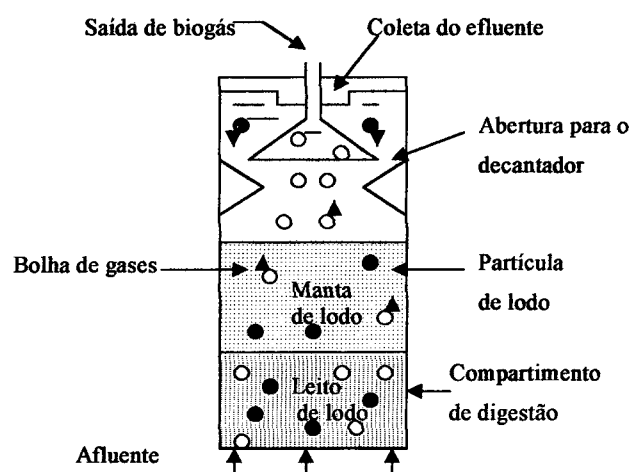


### 2.3.5.7. Reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB)

Diversos tipos de reatores anaeróbios de alta taxa são utilizados para o tratamento de despejos. Segundo CHERNICHARO (1994), citado por CARMO (1998) estes podem ser divididos em dois grupos principais:

a) Reatores anaeróbios com crescimento bacteriano aderido - são os que possuem biomassa aderida em suportes fixos ou móveis. Podem ser divididos em reatores de leito fixo, bio-disco e expandido. Os filtros anaeróbios e os reatores de leito fluidificado são exemplos desse tipo de digestores.

b) Reatores com crescimento bacteriano disperso sem meio suporte. A biomassa nesse grupo de reatores é dotada de melhores qualidades para que ela apresente boa qualidade de sedimentação, baixo índice volumétrico de lodo, boa resistência física e satisfatória atividade metanogênica específica. Os reatores UASB são exemplos desse tipo de reatores (Figura 9).



**FIGURA 9** Desenho esquemático de um reator anaeróbio de escoamento ascendente com manta de lodo –UASB (CHERNICHARO, 1997)

De acordo com CARMO (1998), a eficiência desses reatores concorre com os resultados alcançados em processos biológicos aeróbios, como lodos ativados, e a produção de gás potencialmente permite a amortização do investimento. Em adição a flexibilidade, confiabilidade e simplicidade, a não utilização de energia para aeração dos sistemas, a produção de metano e o baixo crescimento de lodo são aspectos que tornam esse processo econômico e tecnologicamente atrativo.

CARMO (1998), durante experimento com reator UASB tratando dejetos de suínos, alcançou resultados satisfatórios de eficiência na remoção de DQO total e solúvel (73% e 85% respectivamente) com tempo de retenção hidráulica de 36 horas para uma carga orgânica

volumétrica de 1,3 a 2 Kg DQO/m<sup>3</sup>.dia, porém praticamente não encontrou eficiência de remoção de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e fósforo.

### **2.3.6 Utilização de dejetos de suínos como fertilizantes**

Para as plantas utilizarem os nutrientes contidos no esterco é necessário a transformação das moléculas orgânicas através da decomposição biológica. A mineralização é o nome deste processo de transformação de um elemento que faz parte de um composto orgânico para elemento mineral simples que poderá ser útil para as plantas, já que estas, somente absorvem nutrientes sob esta forma (BALDISSERA, 1991, citado por OLIVEIRA et al., 1993).

Já nos dejetos líquidos, de acordo com SOBESTIANSKY et al. (1998) o teor de matéria seca é geralmente baixo e a maior parte do nitrogênio encontra-se na forma amoniacal (mineral), passível de utilização pelas plantas.

Segundo os mesmos autores, para se evitar a adição de nutrientes em quantidades superiores às exigidas por determinada cultura e, muitas vezes, até superiores a capacidade de retenção do solo, recomenda-se por base o nutriente cuja quantidade será satisfeita com a menor dose e sempre que necessário fazer a suplementação com adubos minerais solúveis de acordo com as recomendações técnicas.

Na falta de dados locais sobre a composição de nutrientes dos dejetos e da demanda de cada cultura em cada solo, recomenda-se utilizar as informações contidas no Manual de “Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina” (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO –RS/SC, 1994).

Qualquer que seja a forma de aplicação no solo, os órgãos de fiscalização e proteção ambiental de alguns estados brasileiros recomendam fazê-lo após um tempo de retenção hidráulica de 120 dias, visando a sua estabilização e redução do poder poluente (SOBESTIANSKY et al., 1998).

O período de retenção de 120 dias contado a partir da última carga na esterqueira contribui também para a diminuição da carga patogênica, porém não há dados de pesquisa para garantir esta afirmação (OLIVEIRA et al., 1993).

De acordo com KONZEN (1997), a utilização dos dejetos como fertilizantes para produção agrícola ainda está incipiente, considerando-se o grande número de criatórios existentes nos diversos estados brasileiros. O desenvolvimento de pesquisas no sentido de

oferecer informações adequadas e consistentes, data de alguns anos e sua divulgação teve início nos anos 90.

Em outros países onde os dejetos vêm sendo utilizados como fertilizantes do solo em grandes quantidades e por longos períodos, como na Alemanha e na Holanda (BURTON, 1997, citado por SEGANFREDO, 2000), a poluição ambiental motivou a implantação de medidas restritivas muito rígidas quanto a sua aplicação, na tentativa de preservação e recuperação do solo e das águas de superfície e subsuperfície (FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY, 1998, HAHNE et al., 1996, citados por SEGANFREDO, 2000).

Portanto, de acordo com SEGANFREDO (2000), enquanto as pesquisas para o estabelecimento de limites mais condizentes com as plantas, clima e solos brasileiros encontra-se ainda em andamento, alguns critérios deverão ser observados na utilização de dejetos de suínos como fertilizantes do solo:

- 1- Fornecimento de dietas melhor balanceadas para os suínos, evitando-se os excedentes, principalmente de N, P, Cu e Zn.
- 2- Proceder à análise química dos dejetos, para que as quantidades a serem aplicadas sejam calculadas com base na sua composição de nutrientes e a demanda de cada cultura em cada solo.
- 3- Proceder, periodicamente, à análise química do solo, para se conhecer e registrar a evolução do seu balanço de nutrientes.
- 4- Analisar, periodicamente, as águas de subsuperfície dos solos onde se aplica dejetos, pois a qualidade da água do solo é o principal indicativo das perdas através do perfil, como de nutrientes, nitratos e organismos patogênicos.
- 5- Acompanhamento do comportamento das plantas à campo, para a detecção de eventuais distúrbios ou sintomas de deficiência ou fitotoxidade de nutrientes ocasionados pelos dejetos.
- 6- Utilizar espécies de linhagens de plantas com alta e seletiva capacidade de extração de nutrientes, para a remoção daqueles já excedentes no solo.

### **2.3.7 Distribuição de dejetos nas lavouras**

Para um melhor aproveitamento do esterco na lavoura e possibilitar o adequado manejo do esterco líquido e do solo em seus aspectos físicos, químicos e biológicos, a área deve ter características adequadas de topografia. Lamentavelmente, parte considerável do

esterco de suínos do Oeste Catarinense encontra-se em regiões com topografia bastante acidentada, o que dificulta seu transporte e distribuição, mesmo nas áreas próximas à produção, resultando em maiores custos de produção, devido ao aumento com transporte do esterco até a lavoura (SCHERER et al., 1996).

Segundo TESTA et al. (1996), a economicidade da aplicação de dejetos como fertilizante, através de distribuidor de pneus, depende de uma série de fatores. Todavia, de forma genérica, há economicidade (Taxa Interna de Retorno de 15 % ou maior) quando o dejetos é transportado à uma distância menor que 2 km, para um dejetos com, no mínimo, 6% de matéria seca ou mais.

Em uma análise econômica realizada por SCHERER et al. (1996), considerando o esterco líquido de suínos como fonte alternativa de fornecimento de nitrogênio, fósforo e potássio em relação aos adubos químicos comercializados na região oeste de Santa Catarina, para um dejetos com 2,09 % de matéria seca, a distância máxima econômica utilizando-se conjunto trator com tanque de 4.000 litros é de 500 m.

Nestas análises, a utilização dos dejetos como fertilizantes torna-se viável economicamente quando o seu custo de distribuição na lavoura é inferior ao preço de mercado de seu equivalente mineral.

Segundo MIRANDA et al. (1999), para a correta aplicação dos dejetos deve-se utilizar equipamentos que permitam a distribuição da quantidade recomendada. Os sistemas mais utilizados são: conjunto de aspersão com canhão, conjunto trator e tanque distribuidor.

Estes três sistemas fazem a distribuição superficial dos dejetos.

Além destes existe ainda o tanque de distribuição em profundidade, cuja diferença é que a descarga é feita por meio de bomba injetora com controle de fluxo. Segundo VICTÓRIA (1995), os dejetos são descarregados através de mangueiras aplicadoras, sendo depositados a uma profundidade de 15 a 20 cm, determinada pela penetração de um sulcador guia. Este equipamento apresenta a vantagem de desfazer em parte a compactação provocada pelo deslocamento da máquina. Pelo fato de incorporar os dejetos diretamente no solo, são diminuídas as perdas de nitrogênio (SUTTON et al., 1975, citado por VICTÓRIA, 1995).

O caminhão transportador com tanques de aço de 6.000 a 12.000 litros, também pode ser considerado equipamento de distribuição. São utilizados normalmente para transportar dejetos de propriedades que produzem material em excesso para outras que necessitam aplicar nas lavouras. De acordo com VICTÓRIA (1995) através de leque de aplicação, os dejetos podem ser aplicados diretamente nas lavouras.

Uma alternativa para aplicação em áreas acidentadas é a utilização da irrigação por aspersão através do transporte por tubulações e distribuição por canhão hidráulico, dispensando o uso de tanques e tratores. O bombeamento dos dejetos pode ser feito diretamente da esterqueira ou de depósitos intermediários.

Segundo SILVA (2000), existem motobombas desenvolvidas especialmente para bombeamento e aspersão de chorume, tais como a BCA-43 da Schneider que apresenta inclusive a possibilidade de ser acoplada a um trator e pode recalcar dejetos de suínos diluídos até uma altura manométrica de 87 mca, a uma vazão de 42 m³/h.

**2.3.8 Produção de biogás e biofertilizantes a partir dos dejetos de suínos**

A Tabela 6 a seguir mostra a característica média dos resíduos para a produção de biogás. A tabela apenas indica valores médios da possibilidade de obtenção de biogás, entretanto, qualquer cálculo requer o conhecimento prévio da quantidade de resíduos disponíveis, do seu manejo e dados de sua composição, tais como: sólidos totais, sólidos voláteis e relação carbono-nitrogênio (OLIVEIRA et al., 1993)

**TABELA 6** Produção de biogás de diferentes resíduos orgânicos animais

<b>Animal Peso vivo</b>	<b>Kg esterco/animal/dia</b>	<b>m³ biogás/kg esterco</b>	<b>m³ biogás/kg de sólidos voláteis</b>	<b>m³ biogás/animal/dia</b>
Bovino (500 kg)	10 – 15	0,038	0,094 – 0,31	0,36
Eqüino (400 kg)	10 – 12	0,022	0,082 – 0,28	0,20
Suínos (90 kg)	2,3 – 2,5	0,079	0,37 – 0,50	0,24
Aves (2,5 kg)	0,12 – 0,19	0,05	0,31 – 0,62	0,014
Ovinos (35 kg)	0,5 – 0,9	0,022	0,10 – 0,28	0,22

Fonte: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977), citado por OLIVEIRA et al. (1993).

Uma criação com 12 matrizes, produz em média, 1 m³ de dejetos líquido por dia. Para o aproveitamento total é necessário um biodigestor de 25 m³, que produz em média de 7,5 a 12 m³ de biogás e 1 tonelada de biofertilizante, para um tempo de retenção hidráulica de 35 dias (KONZEN, 1983).

A Tabela 7 mostra a produção diária de biogás em função do número de matrizes de suínos e do volume do biodigestor, bem como o volume produzido diariamente de biofertilizante.

**TABELA 7** Volume de biodigestor, produção média diária de biogás e biofertilizante.

N.º de matrizes	Volume do digestor (m³)	Volume de biogás (m³/dia)	Quantidade de biofertilizante (ton/dia)
12	25	10	0,714
24	50	20	1,428
36	75	30	2,143
60	125	50	3,571

Fonte: KONZEN (1983).

Segundo SANTA CATARINA (1994), 1 m³ de biogás equívale a 0,552 litro de óleo diesel, 0,613 litro de gasolina ou 0,454 kg de gás de petróleo.

O biogás produzido na digestão anaeróbia possui entre 60 a 70% de metano (CH<sub>4</sub>), 30 a 40% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e traços de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) que normalmente situa-se abaixo de 10 g/m³. Para evitar o efeito corrosivo do H<sub>2</sub>S este deve situar-se abaixo de 1,5 g/m³ de gás. Para tanto é necessário a construção de filtro constituído de esponja de aço (OLIVEIRA et al., 1993).

A presença do CO<sub>2</sub> reduz o poder calorífico do gás. De acordo com FUNDAÇÃO CETEC (1982), a remoção de CO<sub>2</sub> pode ser alcançada por diferentes processos, dentre eles um bastante simples que consiste em borbulhar o gás em água de cal.

O biogás devidamente tratado pode ser utilizado para diversas finalidades.

A Tabela 8 apresenta um resumo do consumo de biogás em diferentes equipamentos:

**TABELA 8** Consumo de biogás em diferentes equipamentos na República de Alto Volta

Uso	Tipo de instalação	Consumo em m³/h
Cocção	Queimador de 2"	0,33
	Queimador de 6"	0,64
Iluminação	Por 40W	0,13
Refrigeração	Por hectolitro de capacidade	0,12
Incubadora	Por hectolitro de capacidade	0,05
Motor	Consumo por CV	0,45 a 0,50

Fonte: GERMAN AGENCY FOR TECHNICAL COOPERATION & BREMEN SENATE FOR ECONOMIC AFFAIR AND FOREIGN TRADE (1979), citado por FUNDAÇÃO CETEC (1982).

Obs.: A República de Alto Volta aqui referenciada é a atual Burkina Faso, localizada no Continente Africano.

Um exemplo do aproveitamento total dos produtos da digestão anaeróbia está sendo estudado por SPIES et al. (2000). Os autores visitaram a Berrybank, uma propriedade de 860

ha localizada no estado de Victoria, no sul da Austrália, que possui 1600 porcas e produz mais de 32 mil suínos por ano em ciclo completo. Estes suínos geram uma quantidade de dejetos equivalente a uma cidade de 50 mil habitantes. A propriedade está transformando todos os dejetos da suinocultura em fertilizante orgânico, energia elétrica através de biogás e reciclando 125 mil litros de água por dia. O projeto exigiu 1,4 milhões de dólares americanos em investimentos e a economia e a renda adicional gerados equivalem a US\$ 324 mil por ano. Apesar do alto investimento, cuja maior parte foi para o sistema de geração de energia elétrica, a tecnologia é simples e direta. O projeto se pagou em menos de 5 anos e mostra-se viável para unidades menores.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

A Figura 10 apresenta um fluxograma das atividades para o planejamento do manejo de dejetos de suínos

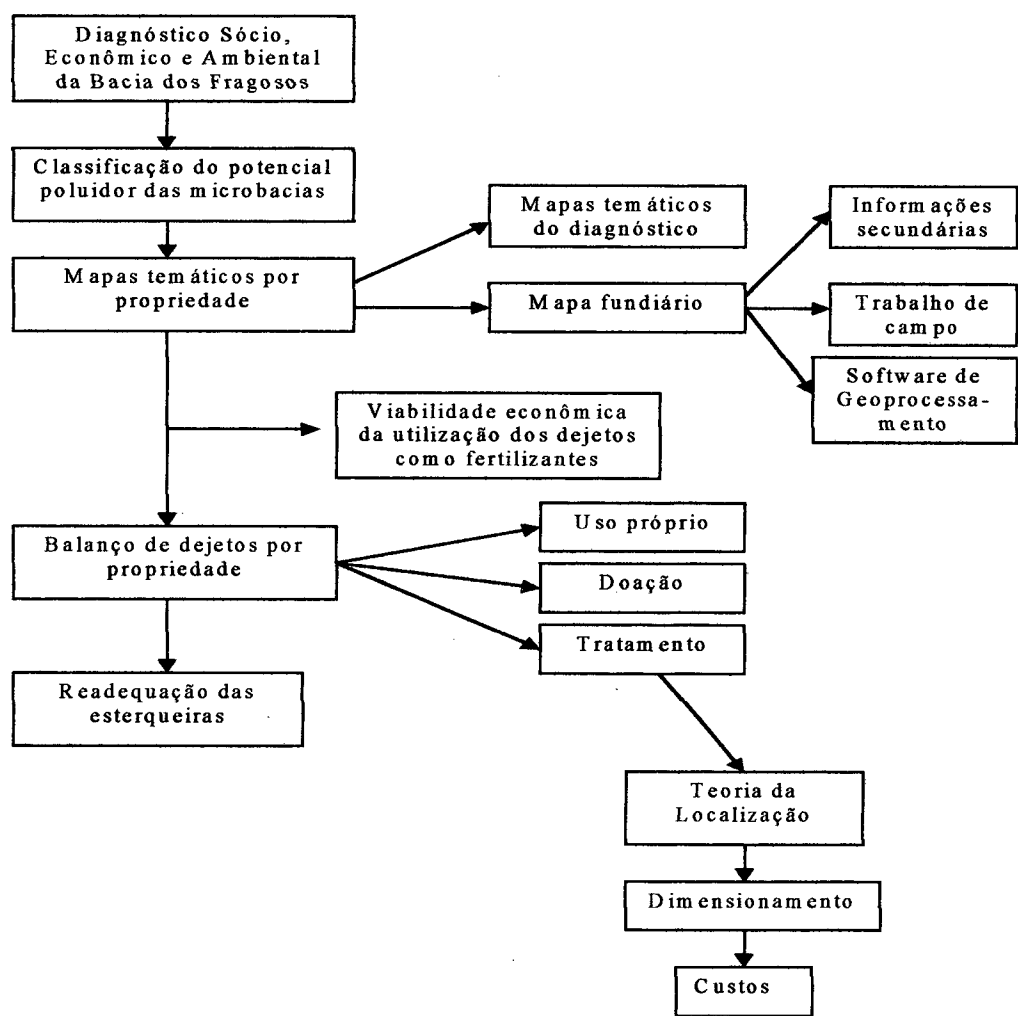


FIGURA 10 Fluxograma das atividades para o planejamento do manejo de dejetos de suínos



O manejo de dejetos de suínos compreende todas as atividades técnicas que permitem sua correta utilização e destino apropriado, ou seja, que não provoquem sobrecargas no solo ou processos de poluição hídrica pontual ou difusa, pela contaminação de corpos receptores ou do lençol freático.

Neste trabalho, o planejamento das atividades técnicas que compõem o manejo de dejetos de suínos, será desenvolvido através de um estudo de caso: a Bacia dos Fragosos, localizada em Concórdia – SC.

Esta área foi escolhida devido a grande quantidade de informações publicadas no “Diagnóstico sócio, econômico e ambiental. Aspectos sobre a sustentabilidade da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, Concórdia/SC” (SILVA, 2000).

Em virtude da existência de um grande número de propriedades nas diversas microbacias que compõe a Bacia dos Fragosos (197 propriedades), decidiu-se pela análise de uma pequena área, composta por algumas microbacias adjacentes.

O interesse na escolha de uma área contendo várias propriedades, e não na definição aleatória de algumas propriedades espalhadas por toda a extensão da bacia, está na possibilidade da transferência de dejetos excedentes entre os vizinhos e no compartilhamento de recursos, tais como equipamentos de transporte e sistemas de tratamento.

Cabe aqui ressaltar que a metodologia utilizada na abordagem desta pequena área, poderá ser replicada nas demais, desde que sejam consideradas as suas particularidades.

Os principais fatores que influenciaram na definição da área foram: o potencial poluidor e a disponibilidade de informações por propriedade.

### **3.1. Classificação do potencial poluidor das microbacias**

O potencial poluidor das microbacias, publicado no “Diagnóstico Sócio, Econômico e Ambiental. Aspectos sobre a Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, Concórdia/SC” (SILVA, 2000), foi classificado e analisado para indicar as porções consideradas críticas com relação ao balanço de dejetos de suínos (produção x capacidade de utilização nas terras).

### **3.2. Confeção de mapas temáticos contendo informações por propriedade**

Mapas temáticos contendo informações por propriedade são imprescindíveis para as seguintes ações de planejamento:

- Analisar a viabilidade econômica da utilização dos dejetos de suínos contra a aquisição de fertilizantes químicos;
- Efetuar o balanço de dejetos por propriedade;
- Efetuar o balanço de dejetos entre propriedades;
- Analisar a capacidade das esterqueiras e estimar custos para adequá-las à produção de dejetos;
- Estimar custos para o tratamento dos excedentes, individualmente ou de modo coletivo.

Para o diagnóstico supracitado, foram confeccionados mapas temáticos em escala 1:25.000 (ver ANEXO A).

Portanto, a principal ferramenta para a execução deste trabalho, seria a confecção de um mapa em escala maior contendo o limite das propriedades e a localização de suas instalações, caminhos e aguadas. Dependendo da escala dos mapas, poder-se-ia analisar inclusive a legalidade do posicionamento das pocilgas e dos sistemas de armazenamento/tratamento dos dejetos de suínos.

Este material em conjunto com os mapas já publicados no diagnóstico, permitiria determinar os demais mapas temáticos com informações por propriedade: do uso do solo, da aptidão, da fisiografia e o planialtimétrico.

Para a confecção do mapa fundiário recorreu-se inicialmente, ao levantamento de informações secundárias, onde foram pesquisadas as seguintes fontes: Prefeitura Municipal de Concórdia e GERASUL – Centrais Geradoras do Sul do Brasil. A Prefeitura Municipal de Concórdia forneceu o Mapa da Bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos com a Divisão Original das Colônias, em escala 1:20.000. A GERASUL forneceu as seguintes cópias de Ortofotocartas em escala 1:10.000 do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Itá: folhas 6 Q, 7 Q, 6 R, 7 R, 8 R, e 8 S. O voo que originou estas ortofotocartas é de 1987. Os limites de algumas propriedades do trecho inferior do Lajeado dos Fragosos estão delimitados nestas ortofotocartas.

Devido a disponibilidade destas ortofotocartas em escala 1:10.000 do trecho inferior da Bacia dos Fragosos, esta foi a área escolhida para o estudo de caso. A microbacia escolhida para o detalhamento foi a 29, pois de acordo com SILVA (2000), é considerada altamente poluidora e é a única que apresenta informações por propriedade, ou seja, o mapa fundiário.

Além das ortofotocartas, a GERASUL forneceu informações das divisas das propriedades em meio digital que, em conjunto com a localização da sede das propriedades provenientes do diagnóstico, possibilitaram a confecção de uma primeira representação

gráfica da divisão das terras da microbacia 29. Este arquivo foi gerado utilizando o software ARCVIEW versão 3.2.

Em posse deste material e de um aparelho GPS II PLUS – GARMIN realizou-se uma visita a campo, onde foi possível conferir a localização das propriedades e a atualização de algumas informações a respeito da produção de suínos e áreas de lavoura.

A conferência dos pontos georeferenciados diminuiu a margem de erro do posicionamento, que em 1999 era de aproximadamente 100 m. Em 20 de fevereiro de 2001, devido a alterações ocorridas na transmissão dos satélites, esta margem girava em torno de 10 m.

A confecção de um Cadastro Técnico Rural Multifinalitário não era o objetivo principal deste trabalho, portanto optou-se em trabalhar com a escala 1:10.000, pois a mesma atende em grande parte as necessidades desta pesquisa. Não será questionada a legalidade do posicionamento das pocilgas nem dos sistemas de armazenamento/tratamento dos dejetos de suínos, pois a escala de 1:10.000 não oferece esta possibilidade.

Como os mapas temáticos do diagnóstico foram produzidos em escala 1:25.000, foi feita uma adaptação para a nova escala de trabalho, corrigindo a ampliação das informações utilizando o Software ILWIS versão 2.23, através do uso da técnica de “tiepoints”. Nesta técnica são escolhidos alguns pontos comuns possíveis de serem identificados nas duas escalas de trabalho. Calcula-se as coordenadas destes pontos nas duas escalas. Define-se qual dos dois sistemas será utilizado. Ancora-se o sistema escolhido e o software faz uma adaptação das duas fontes, procurando respeitar ao máximo o sistema escolhido.

Esta adaptação produziu algumas distorções e deficiências de informações de área das propriedades, porém não foram consideradas significativas para o resultado final deste trabalho.

As seguintes representações gráficas em escala 1:10.000, com informações por propriedade, foram produzidas utilizando o software ILWIS versão 2.23: limites das propriedades, viário, uso do solo, fisiografia, aptidão das terras e planialtimétrico (ver ANEXO B).

### **3.3. Viabilidade econômica da utilização dos dejetos como fertilizante**

O estudo de viabilidade econômica da utilização dos dejetos de suínos como fertilizantes foi desenvolvido comparando o preço atual do adubo químico com o custo de transporte e distribuição dos dejetos na lavoura. Está baseado na metodologia proposta por

SCHERER et al. (1996), adaptado às condições deste trabalho e aos preços atuais de fertilizantes e horas máquina.

O valor do esterco líquido de suínos foi calculado com base no teor de nutrientes e preço médio das respectivas fontes de fertilizantes químicos comercializados na região de Concórdia, fornecidos pela EMBRAPA em Outubro de 2001.

Como fontes de nutrientes foram considerados os seguintes fertilizantes químicos: uréia, contendo 0,45 kg de nitrogênio/kg; superfosfato triplo, contendo 0,43 kg de  $P_2O_5$ /kg; cloreto de potássio, contendo 0,59 kg  $K_2O$ /kg.

Nos cálculos utilizou-se o valor médio de R\$ 0,47/kg de uréia, de R\$ 0,58/kg de superfosfato triplo e de R\$ 0,48/kg de cloreto de potássio. Assim, obteve-se um preço médio de R\$1,05/kg de N, R\$ 1,35/kg de  $P_2O_5$  e R\$ 0,81/kg de  $K_2O$  e um valor médio ponderado de R\$ 1,10/kg de nutrientes (N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ ) do esterco. Este valor foi calculado com base na relação de nutrientes N:P:K de um esterco com 3 % de matéria seca (1,89 : 1,58 : 1,00), adotado para este trabalho, de acordo com SCHERER et al. (1996).

Não foram considerados, tal como em SCHERER et al. (1996), a depreciação e os juros de capital do depósito de armazenamento do esterco, já que todo produtor tem por dever coletar e reciclar todo e qualquer efluente das criações, independentemente do destino que lhe é dado.

Neste estudo de caso foi considerado um raio de 600 m para o transporte de esterco utilizando um caminhão tanque de 7.000 litros, a um custo médio de R\$ 26,00 a hora. Foram consideradas velocidades de 7 e 12 km/h, com o tanque cheio e vazio, respectivamente, e tempo médio para carregamento do tanque igual a seis minutos.

Este mesmo método foi aplicado para estimar os custos de transporte e aplicação de dejetos de suínos em propriedades vizinhas, a distâncias de 1.000 a 4.000 metros.

### **3.4. Balanço de dejetos por propriedade**

As áreas de cultura anual, campo, campo e capoeira, e florestas, por propriedade, foram calculadas através das tabelas geradas pelos mapas temáticos (ver ANEXO C). Com este mesmo processo, efetuou-se também o levantamento da fisiografia das terras, por propriedade (ver ANEXO C).

Estas informações permitiram calcular a capacidade de carga em receber os dejetos de suínos por propriedade e calcular o excesso de dejetos por propriedade.

Em seguida foram identificadas algumas propriedades inaptas a receber os excessos dos vizinhos, pelos seguintes motivos: só utilizam cama de aviário, não suportam dejetos de suínos, famílias aposentadas ou propriedade inativa.

Produziu-se um balanço de dejetos intra e inter-propriedades, considerando apenas as propriedades produtoras de dejetos de suínos e as aptas ao recebimento do excesso.

Após definir o destino das doações do excesso de dejetos, foram analisadas as esterqueiras de cada produtor. Para tanto, foi necessário conhecer a rotina de aplicação dos dejetos por propriedade, ou seja, o número de aplicações por cultura por ano e a época destas aplicações. Assim foi possível estimar o volume necessário para armazenar a produção de dejetos entre as aplicações na lavoura e pastagem, e os custos de adequação das esterqueiras para os suinocultores da microbacia 29.

O novo balanço de dejetos apontou uma pequena vazão excedente a ser tratada, produzida pelas propriedades P04 e P08. Esta vazão poderia ser transportada para uma estação coletiva para ser tratada em conjunto com o excesso de outra microbacia vizinha. Desta forma poderia ser analisada a aplicação da economia de escala para vazões maiores.

Com o objetivo de procurar excesso de dejetos nas microbacias adjacentes para um tratamento conjunto, procedeu-se a análise das microbacias 31 e 32. O sistema viário atual permite a ligação entre estas microbacias e a microbacia 29.

A análise apontou um grande excesso de dejetos provocados pela propriedade P123 localizada na microbacia 31. Esta propriedade localiza-se em uma área com declives acentuados, economicamente impróprias para a construção de estações de tratamento que exijam grandes áreas, tais como as lagoas de estabilização. Sugeriu-se inicialmente que os dejetos excedentes da propriedade P123 fossem transportados para a microbacia 29, onde poderiam ser tratados em conjunto com os seus excessos.

Para definir se o tratamento dos dejetos excedentes deveria ser individual ou coletivo, as seguintes etapas foram executadas:

- Escolha de tecnologias disponíveis, em função da eficiência, do custo e da disponibilidade de área para o empreendimento;
- Definição de um local para a estação de tratamento coletiva;
- Levantamento de custos individual e coletivo (considerando os custos com transporte para o local escolhido, no caso do coletivo ou da indisponibilidade de área);
- Comparação entre as alternativas.

No item 2.3.5 foram detalhadas diversas tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. Neste estudo de caso foram analisadas soluções com separadores de fase, lagoas de estabilização e reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA ou UASB). O biodigestor não será analisado, pois como sua eficiência depende de um período de retenção hidráulica de aproximadamente 35 dias, seu projeto resulta em enormes volumes, dificultando a construção e operação deste tipo de sistema.

### 3.5. Localização da estação de tratamento

A estação de tratamento deve ser construída de preferência próximo às pocilgas, respeitando as distâncias mínimas exigidas pela legislação, conforme descrito no item 2.3.4.

Para o tratamento coletivo, deve-se escolher preferencialmente, a localização que apresente o menor custo de transporte total. Para esta definição foi aplicada a “Teoria da Localização”, onde diversas alternativas são apresentadas em uma “Matriz de Momento de Transportes” e em uma “Matriz de Custos de Transportes”. Os menores momentos indicam a melhor localização para a estação de tratamento.

O momento de transporte é o produto entre a quantidade de dejetos em metros cúbicos a ser tratada diariamente e a distância em quilômetros da estação de tratamento.

$$M = V \times D \quad , \text{ onde:}$$

$M$  = momento de transporte ( $m^3.km$ );

$V$  = quantidade de dejetos a ser tratada diariamente ( $m^3$ );

$D$  = distância da estação de tratamento (km).

O custo de transporte é o produto entre o momento de transporte e a taxa em reais para transportar 1  $m^3$  a uma distância de 1 km.

$$C = M \times T \quad , \text{ onde:}$$

$C$  = momento de custo de transporte (R\$);

$M$  = momento de transporte ( $m^3.km$ );

$T$  = taxa em reais para transportar 1  $m^3$  a uma distância de 1 km (R\$/ $m^3.km$ )

Percebe-se que o cálculo do momento considera além da distância do local de tratamento, a quantidade a ser transportada.

### 3.6. Dimensionamento das estações de tratamento e estimativas de investimento

Definido o local para o tratamento coletivo e os custos de transporte, foram apresentadas simulações para tratamento individual e coletivo dos excedentes. Todos os sistemas foram dimensionados para uma vazão de projeto vinte por cento maior que a estimada.

#### 3.6.1 Decantador de fluxo ascendente + lagoas de estabilização

De acordo com DARTORA et al. (1998), para o dimensionamento do decantador de fluxo ascendente ou de palhetas utiliza-se a equação adaptada de MERKEL (1981) e de GREEN & KRAMER (1979), como segue:

$$A = \frac{Q}{V_s}, \text{ onde:}$$

$A$  = área do tanque ( $m^2$ )

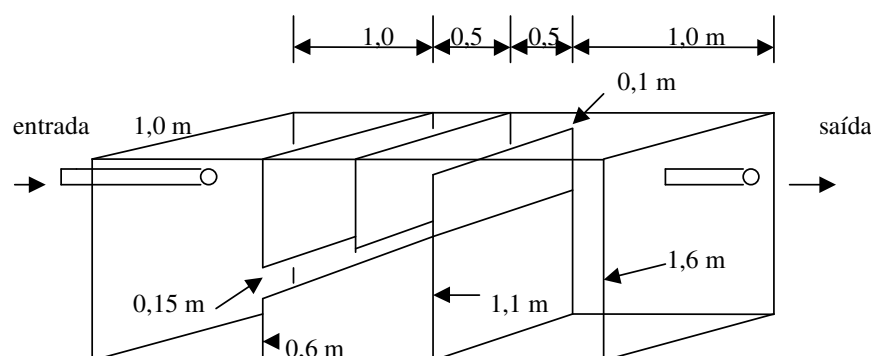
$Q$  = vazão do efluente ( $m^3/\text{hora}$ ), obtida da quantidade de dejetos produzidos diariamente por uma criação e do número de horas / dia a serem trabalhadas com o decantador

$V_s$  = velocidade de sedimentação ( $m / h$ ), com variação de 0,1 a 0,3  $m/h$  (para efeito de cálculo utiliza-se média de 0,2  $m/h$ ).

O comprimento e a largura deve obedecer a relação  $L = 3 C$ , sendo  $L$  a largura e  $C$  o comprimento.

A profundidade do tanque de decantação deve ser maior que 1,00 m, segundo TAIGANIDES (1977), citado por OLIVEIRA (1993).

A Figura 11 apresenta um desenho esquemático de um decantador de fluxo ascendente, modelo adaptado de WELLER & WILLETS (1977) citado por DARTORA et al. (1998), com área útil de 2,0  $m^2$ .



**FIGURA 11** Desenho esquemático de um decantador

Há necessidade de uma caixa para homogeneização dos dejetos líquidos provenientes das calhas ou dos tanques de transporte, com capacidade para armazenar certa quantidade do volume dos dejetos líquidos produzidos diariamente.

A Tabela 9 apresenta a eficiência média do decantador na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos líquidos de suínos, obtida na unidade experimental da EMBRAPA Suínos e Aves, de acordo com DARTORA et al. (1998).

**TABELA 9** Eficiência do decantador na remoção da carga orgânica e nutrientes dos dejetos líquidos de suínos

Variáveis	Eficiência (%)
Sólidos Totais (M.S.)	48
DBO <sub>5</sub>	40
Nitrogênio	16
Fósforo	39
Potássio	Mesma concentração
Coliformes Fecais	27

Fonte: EMBRAPA Suínos e Aves (1996)

A série de lagoas proposta será calculada com base no trabalho desenvolvido por DELAVÉQUIA (2000), que avaliou, através de parâmetros de projetos e condições de funcionamento, um sistema de lagoas de estabilização para tratamentos de dejetos de suínos desenvolvido por MEDRI (1997), realizado na EMBRAPA – CNPSA – Concórdia.

Neste trabalho foram avaliadas três séries de lagoas em sequência, com diferentes TDH, sendo:

- Sistema 1: LA1 - anaeróbia 1 (35 dias), LA2 - anaeróbia 2 (46 dias), LF - facultativa (24 dias), LAG - aguapé (15 dias), TDH total = 120 dias;

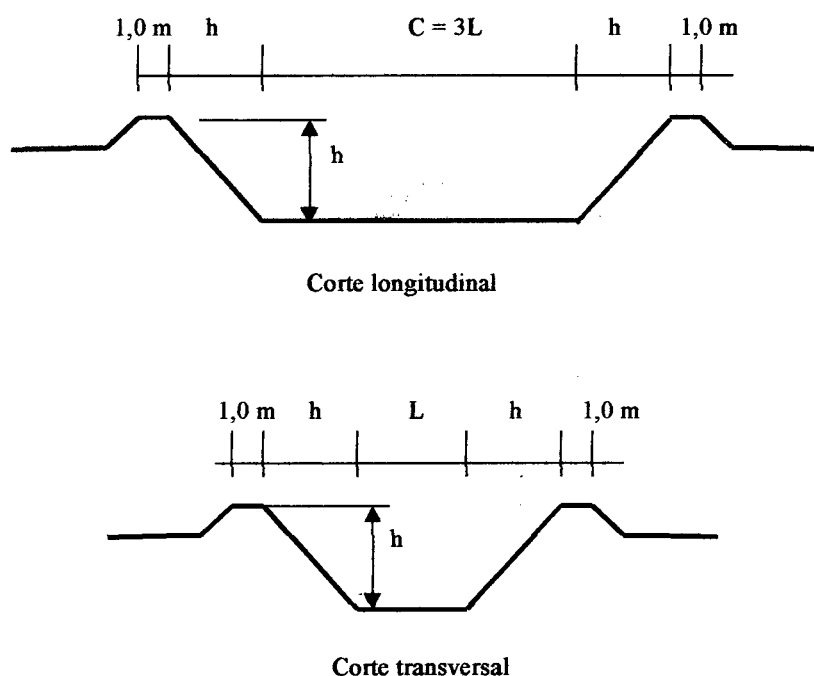


- Sistema 2: LA1 - anaeróbia 1 (35 dias), LA2 - anaeróbia 2 (30 dias), LF1 - facultativa 1 (20 dias), LF2 - facultativa 2 (15 dias), LM - maturação (7 dias), TDH total = 107 dias;
- Sistema 3: LA1 - anaeróbia 1 (30 dias), LA2 - anaeróbia 2 (20 dias), LF1 - facultativa 1 (15 dias), LF2 - facultativa 2 (15 dias), LM - maturação (7 dias), TDH total = 87 dias.

Os resultados obtidos indicaram o sistema 3 como o mais eficiente, portanto será utilizado como referência para o cálculo das lagoas.

As lagoas anaeróbias devem ter em torno de 2,2 m de profundidade útil (h), as facultativas 1,0 m e a de maturação 0,6 m. Todas devem apresentar uma relação comprimento (C) : largura (L) de 2 a 3:1.

Para o presente trabalho foram considerados taludes 1:1, conforme esquema apresentado a seguir (Figura 12). Para projeto construtivo deverá ser analisado o tipo de solo, para determinar se esta inclinação é suportada pelo terreno.



**FIGURA 12** Corte esquemático de uma lagoa de estabilização

A Tabela 10 apresenta a eficiência média total de remoção obtida por DELAVÉQUIA (2000) no sistema proposto.

**TABELA 10** Eficiência média total após a estabilização do sistema para os vários parâmetros estudados

Parâmetros	Sistema proposto (%)
Demanda Química de Oxigênio total (DQO <sub>t</sub> )	92
Demanda Química de Oxigênio filtrada (DQO <sub>f</sub> )	92
Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK)	86
Fósforo Total (PT)	87
Fósforo filtrado (P <sub>f</sub> )	74
Sólidos Totais (ST)	62
Sólidos Fixos (SF)	32
Sólidos Voláteis (SV)	83
Coliformes Fecais (CF)	99

Fonte: DELAVÉQUIA (2000)

Considerando as características de dejetos de suínos com 3% de matéria seca, a Tabela 11 a seguir apresenta os valores médios estimados dos principais parâmetros do afluente do sistema e dos efluentes do decantador e do sistema de lagoas.

**TABELA 11** Valores médios estimados de sólidos totais, DBO<sub>5</sub> e nutrientes no afluente do sistema e no efluente do decantador e do sistema de lagoas

Parâmetros	Valores do afluente (mg/l) (*)	Valores do efluente do decantador (mg/l)	Valores do efluente do sistema de lagoas (mg/l)	Eficiência Total (%)
Sólidos Totais	25.000	13.000	4.940	80,24
DBO <sub>5</sub>	21.000	12.600	1.008 (**)	95,20
Nitrogênio	3.100	2.604	365	88,23
Fósforo	2.300	1.403	182	92,09

(\*) Fonte: DARTORA et al. (1998)

(\*\*) Considerou-se que a eficiência de remoção de DBO<sub>5</sub> é igual ao da DQO<sub>t</sub>

A Tabela 11 demonstra que o efluente tratado atende ao padrão de emissão de efluentes da legislação apresentada no item 2.3.4 , com relação a DBO<sub>5</sub> : “...DBO<sub>5</sub>, 20°C no máximo de 60 mg/l. Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de

sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de  $\text{DBO}_5$ ,  $20^\circ\text{C}$  do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento)”.

Cabe aqui ressaltar que, ainda de acordo com a legislação, a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo d'água, todas as avaliações deverão ser feitas para as condições mais desfavoráveis e os cálculos de diluição deverão ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes e vazão mínima dos cursos d'água.

Porém observa-se que os limites para o fósforo e nitrogênio, 1 mg/l e 10 mg/l respectivamente, não foram atingidos, apesar da grande redução estimada.

Sugere-se que após o início da operação da(s) estação(ões) piloto, estes parâmetros sejam monitorados periodicamente. Assim, caso haja a necessidade de tratamento adicional, este poderá ser projetado com maior precisão.

Este monitoramento poderá ser realizado pelos técnicos da EMBRAPA do CNPSA – Concórdia, sendo parte de uma série de procedimentos de operação e manutenção que devem ser seguidos para que não ocorram problemas operacionais, ambientais e de estética, tais como:

- Cortar a grama dos taludes, para não favorecer a proliferação dos mosquitos e outros tipos de insetos, como também dar adequado visual estético;
- Recolher a vegetação cortada, que não deve cair dentro da lagoa;
- Limpar a lâmina d'água de todas as lagoas, retirando materiais sobrenadantes tais como: espuma, algas mortas e outros sólidos;
- Efetuar limpeza semanal do leito de secagem de lodo.

Assim, além do custo de construção, incorrerão estas despesas mensais que devem ser somadas ao custo total dos sistemas de tratamento. De acordo com MEDRI (1997), pesquisadores da área sugerem um horizonte de planejamento de 10 anos. Portanto os custos mensais serão contabilizados na data presente do investimento. Neste estudo de caso será considerada uma taxa mínima de atratividade de 15% ao ano.

Normalmente o custo de manutenção de um sistema de lagoas é definido pela área total do empreendimento, que é estimada, em projeto, como o dobro da área superficial das lagoas.

**3.6.2 Sistemas alternativos para o tratamento de dejetos de suínos**

Foram pesquisados no mercado dois sistemas alternativos para o tratamento de dejetos de suínos:

- Decantador de fluxo ascendente + UASB;
- Sistema Dalquim.

**a) Decantador de fluxo ascendente + UASB**

O dimensionamento do volume do reator UASB foi estimado segundo CARMO (1998), que alcançou resultados satisfatórios de eficiência de remoção de DQO total e solúvel (73% e 85% respectivamente) com tempo de retenção hidráulica de 36 horas para uma carga orgânica volumétrica de 1,3 a 2 Kg DQO/m³.dia, utilizando dejetos de suínos. De acordo com CARMO (1998) não houve reduções significativas de nitrogênio e de fósforo no efluente do reator.

Considerando para este estudo de caso, uma redução de 75 % na DBO<sub>5</sub> do efluente de um reator UASB, a Tabela 12 apresenta os valores estimados do afluente e do efluente do decantador e do reator UASB.

**TABELA 12** Valores estimados do afluente e do efluente do decantador de fluxo ascendente e do reator UASB

Parâmetros	Valores do afluente (mg/l) (*)	Valores do efluente do decantador (mg/l)	Valores do efluente do reator UASB (mg/l)	Eficiência Total (%)
DBO <sub>5</sub>	21.000	12.600	3.150	85,0
Nitrogênio	3.100	2.604	2.604	16,0
Fósforo	2.300	1.403	1.403	39,00

(\*) Fonte: DARTORA et al. (1998)

Os valores dos parâmetros do efluente final deste sistema não atingem os padrões de emissão da legislação, conforme item 2.3.4 , com relação ao fósforo e nitrogênio (1 mg/l e 10 mg/l respectivamente).

Mesmo com relação a  $DBO_5$ , que atinge remoção maior que 80% após tratamento, o valor estimado para o efluente final ainda é muito alto, quando comparado aos 60 mg/l da legislação.

Portanto o efluente deste sistema deverá passar por um etapa posterior de tratamento, como por exemplo o sistema de lagoas analisado no item anterior, e ainda assim o efluente resultante poderá apresentar altas concentrações de nitrogênio e fósforo.

Aplicando no efluente do UASB as taxas de remoção da Tabela 10, verifica-se que haverá redução somente da  $DBO_5$ , que passará de 3.150 mg/l (Tabela 12) para 252 mg/l. As concentrações de nitrogênio e fósforo serão praticamente as mesmas do sistema composto pelo decantador e lagoas.

Como existem propriedades que não possuem terrenos aptos para a construção de lagoas, foi orçado um equipamento compacto de mercado (ver Catálogo de produtos EEA – ANEXO D), utilizado no tratamento de esgotos domésticos. Este equipamento trabalha com o sistema aeróbio, complementando o reator UASB na remoção de nutrientes.

Foram pesquisadas no mercado as seguintes empresas de consultoria, projetos e instalações de sistemas de tratamento de esgotos:

- DALCON Engenharia, Curitiba – PR;
- Flipper Industrial, Comercial Ltda, Atibaia – SP;
- EEA - Empresa de Engenharia Ambiental Ltda., Rio Claro – SP.

A DALCON Engenharia fornece serviços para a SANEPAR, Empresa de Saneamento do Estado do Paraná. A empresa oferece tecnologia em projeto e construção de reatores do tipo UASB para tratamento de esgotos domésticos e já projetou várias estações espalhadas por todo o estado do Paraná. Não foi possível aproveitar os projetos e orçamentos existentes devido a diferença de vazão do sistema tratado pela SANEPAR e da propriedade P123. Para ter uma idéia da diferença, a vazão de projeto para P123 é de aproximadamente 0,83 l/s. O menor módulo projetado pela DALCON é de 5 l/s.

A empresa Flipper projeta e fabrica equipamentos compactos para tratamento de esgotos, em fibra de vidro e a EEA projeta, representa e presta serviços de assessoria pós-venda.

#### **b) Sistema Dalquim**

O sistema proposto pela empresa Dalquim está sendo desenvolvido com o apoio tecnológico da Embrapa Suínos e Aves – Concórdia/ SC.

De acordo com o Comunicado Técnico 284 da Embrapa Suínos e Aves (Abril de 2001) – ver ANEXO D, este sistema emprega processos inovadores para a conversão dos sólidos biodegradáveis, através da separação e estabilização das partes sólidas e líquidas e na aplicação de tecnologias específicas a cada uma delas, visando a agregação de valor econômico e a redução do poder poluente do material resultante.

O efluente proveniente da granja é conduzido a uma caixa receptora para a uniformização da consistência e da vazão de descarga, sendo imediatamente levado à uma unidade de separação de fases (Figura 13).

A parte sólida é conduzida para a unidade de secagem, visando a retirada da umidade, possibilitando a estocagem.

A parte líquida é conduzida ao equalizador, para a adequação da vazão de trabalho, evitando sobrecargas e aumentando a eficiência do Sistema de Tratamento. Uma mistura de bactérias específicas para operar em baixo nível de oxigênio é adicionada ao material que abastece o equalizador, visando manter uma população microbiana adequada para acelerar a decomposição e melhorar a fluidez do material, reduzindo os problemas de entupimentos.

O material do equalizador é direcionado para uma lagoa anaeróbia, com o objetivo de degradar a matéria orgânica e nutrientes presentes e estabilizar o material resultante do equalizador. A adição do catalisador biológico no equalizador representa uma economia da ordem de 50 % da área e do tempo de tratamento, quando comparado às lagoas dimensionadas pelos critérios tradicionais.

O efluente da lagoa anaeróbia é direcionado para um tanque biofloculador, onde é submetido a um sistema de tratamento biológico, onde a oxigenação é induzida por agitação mecânica. Um aerador no centro do tanque cria um regime de alta turbulência e mantém os sólidos em suspensão, facilitando sua remoção e evitando o retorno do lodo. Um dosador automático introduz um “catalisador químico” para acelerar a velocidade de precipitação e de agregação das partículas sólidas, visando a adequação do material ao processo seguinte, o Dalscreener.

O Dalscreener é um processo de separação de fases, baseado no aumento do contato e da aderência das microbolhas de ar com as partículas existentes no líquido, diminuindo sua densidade e forçando o seu deslocamento para a superfície, onde um raspador remove a parte sólida. Este processo é automatizado e a produção de lodo é baixa, cerca de 1 %.

A Tabela 13 apresenta a eficiência de remoção do sistema proposto pela Dalquim.

TABELA 13    Eficiência de remoção do Sistema Dalquim

Parâmetros	Eficiência de remoção (%)
Sólidos Totais (mg/l)	98,0
Demanda Química de Oxigênio (mg/l)	98,2
Nitrogênio total (mg/l)	88,0
Fósforo Total (mg/l)	97,0
Potássio Total (mg/l)	96,0
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	99,9

Fonte: Comunicado Técnico 284 – Embrapa Suínos e Aves, Abril/2001.

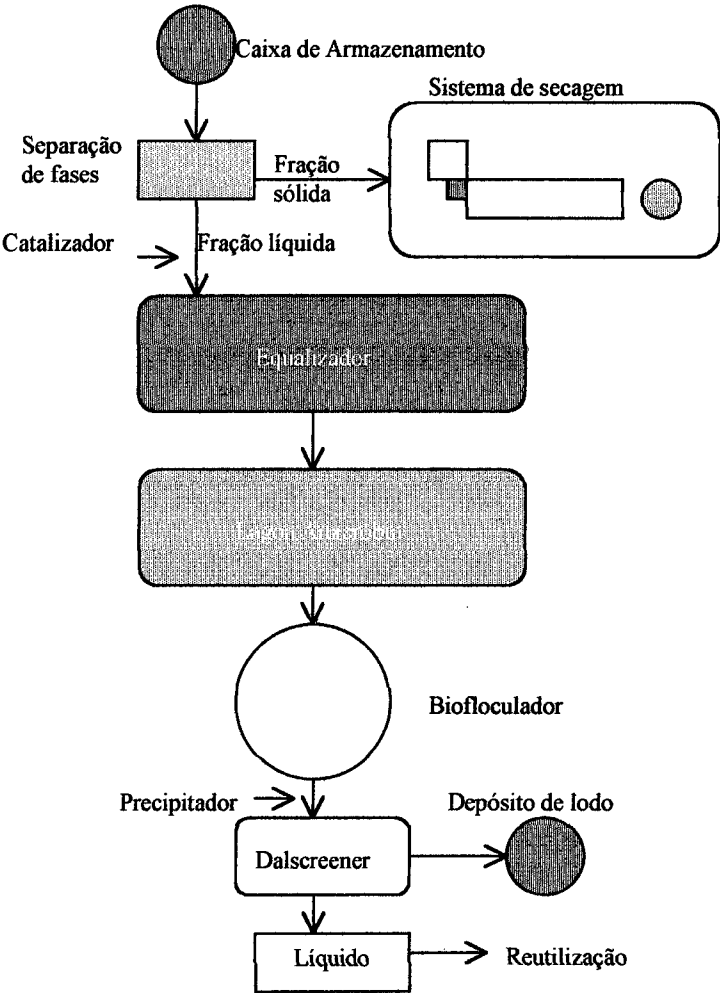


FIGURA 13    Esquema do Sistema Dalquim de tratamento de dejetos suínos (Fonte: Comunicado Técnico 284 – Embrapa Suínos e Aves, Abril/2001).

Nos dois sistemas alternativos, além do custo de construção e equipamentos, também foram consideradas despesas mensais de operação, assessoria, aquisição de catalisadores e consumo de energia elétrica, que devem ser somadas ao custo total dos sistemas de tratamento. De acordo com MEDRI (1997), pesquisadores da área sugerem um horizonte de planejamento de 10 anos. Portanto os custos mensais foram contabilizados na data presente do investimento. Nestes estudos também foi considerada a taxa mínima de atratividade de 15% ao ano.

Os resultados das várias simulações permitiram apontar os sistemas de tratamento mais adequados para os excedentes, considerando aspectos físicos, legais e econômicos.



## **CAPÍTULO 4**

### **ESTUDO DE CASO: BACIA DOS FRAGOSOS – CONCÓRDIA - SC**

#### **4.1. Descrição da área de estudo**

A Bacia dos Fragosos localiza-se no Município de Concórdia, no estado de Santa Catarina, abrangendo uma área de 61,54 Km<sup>2</sup> e corresponde a 7,62 % do município (Figura 14). Ela apresenta comprimento do rio principal de 25,65 Km, distância mais curta entre nascente e foz de 17,92 Km, altitude máxima de 862 m, altitude média de 596 m e altitude mínima de 320 m.

Na bacia existem áreas residenciais urbanas, agroindústrias, escolas, atividades comerciais, embora a atividade predominante continue sendo a atividade agropecuária. É cortada transversalmente pela BR – 283. Ao longo da rodovia, principalmente próximo ao trecho da sede do distrito de Santo Antônio (Figura 15), estão localizados diversos estabelecimentos industriais, comerciais e residenciais que prestam serviço aos moradores e demais usuários que transitam pela região, bem como a Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, o Laticínio Batávia, filial da Cooperativa de Produção e Consumo Concórdia Ltda. (COPÉRDIA) e as instalações do Centro de Treinamento da EPAGRI de Concórdia (CETRÉDIA).

O distrito de Engenho Velho (Figura 15) localiza-se no terço inferior da Bacia dos Fragosos junto à foz do Rio Jacutinga. Parte de sua área foi tomada pelas águas da Barragem de Itá, o que provocou o deslocamento de algumas famílias para outras regiões e a indenização parcial de algumas dezenas de agricultores que tiveram parte de suas terras inundadas quando do fechamento das comportas da referida usina. Além disso o distrito possui algumas dezenas de residências, escola básica de primeiro grau, posto de compra e venda de produtos da COPÉRDIA, igreja, posto de gasolina e um pequeno restaurante.

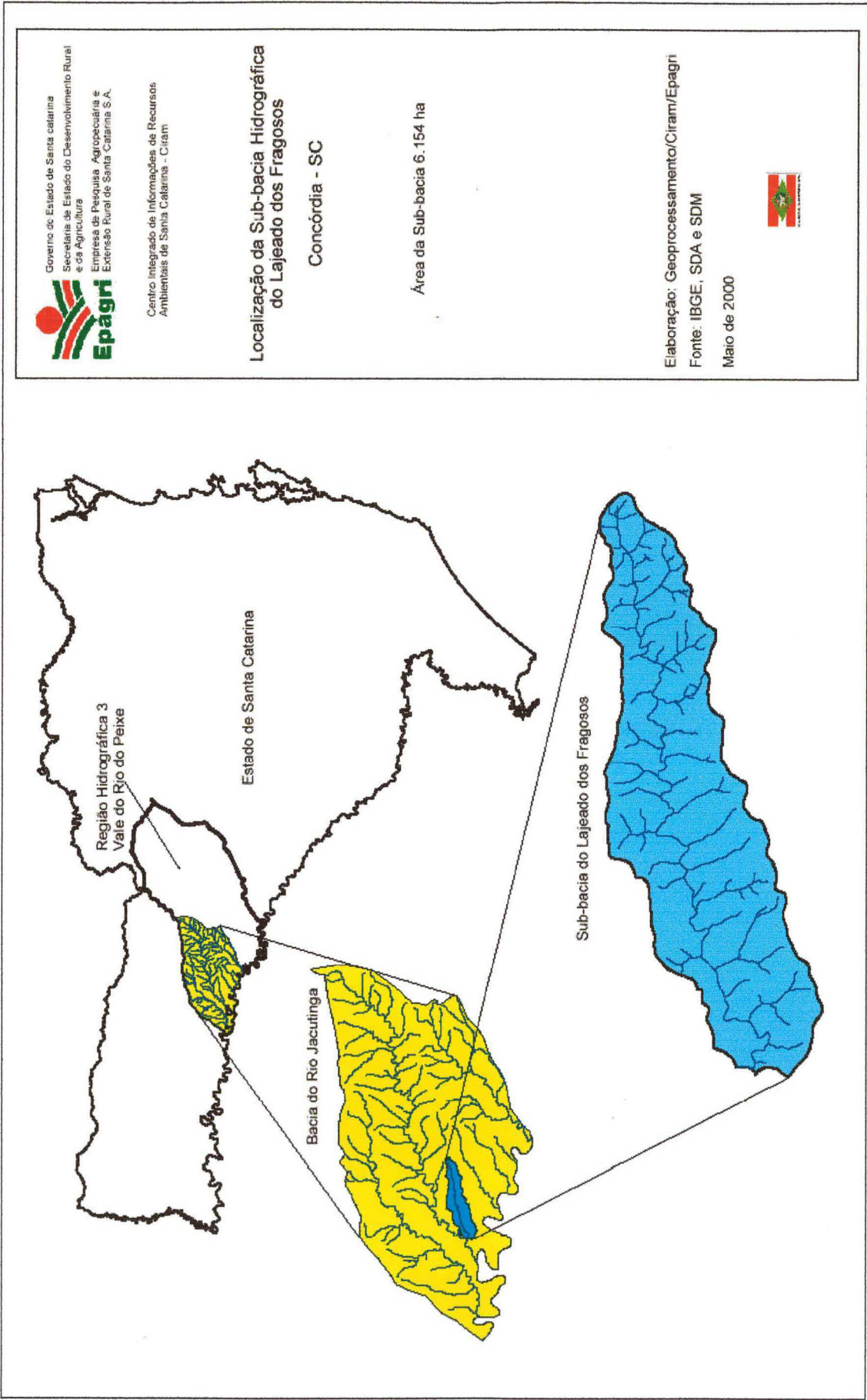
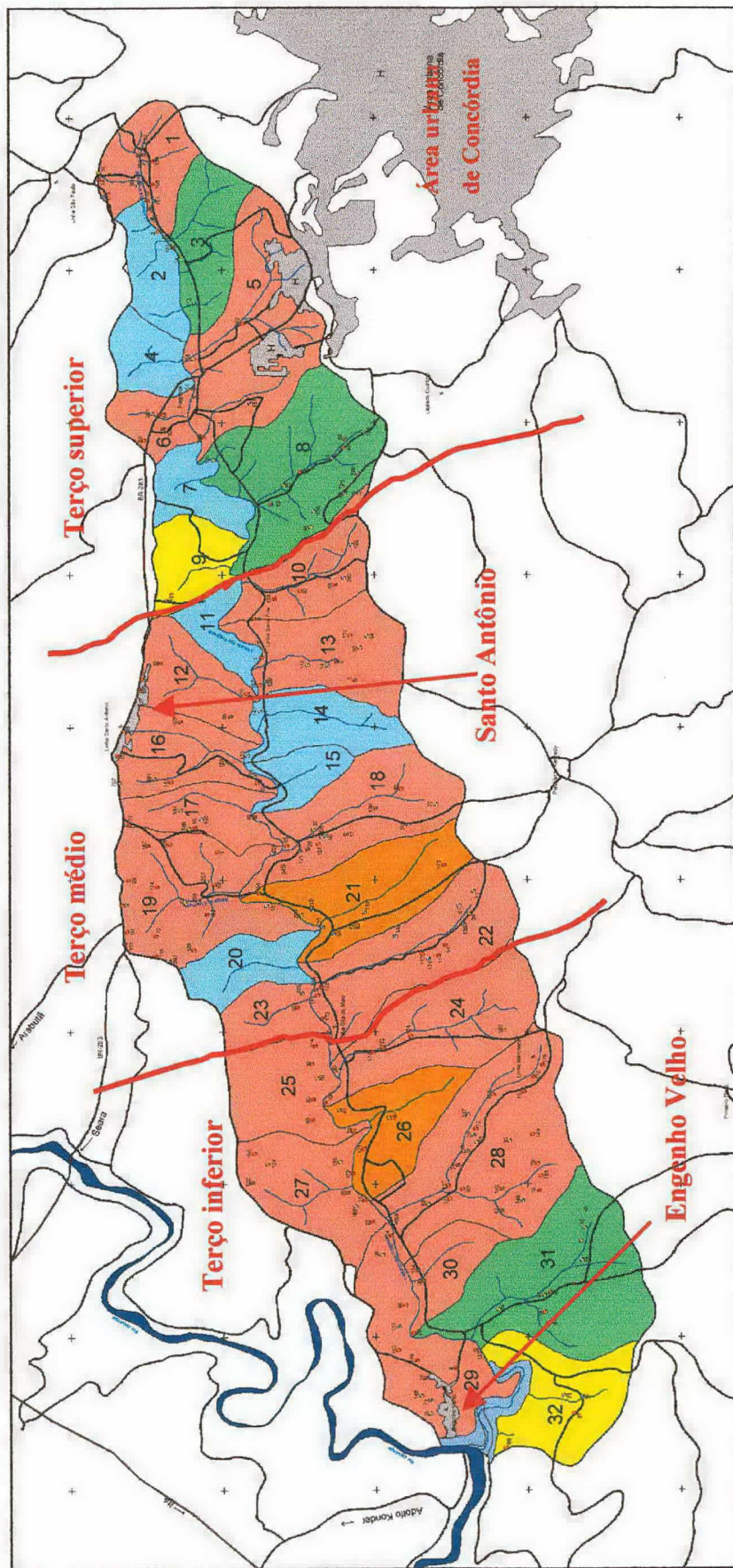


FIGURA 14 Localização da área de estudo (SIL VA, 2000)



**FIGURA 15** Desenho esquemático das Microbacias x Potencial de Poluição da Bacia dos Fragosos (adaptado de SILVA, 2000)



Com a formação da represa, os proprietários dos terrenos banhados pelas águas do Lajeado dos Fragosos, nesta região do Engenho Velho, ficaram com uma área propícia para o lazer, tais como a pesca e esportes náuticos (Figura 16).



**FIGURA 16** Vista parcial do distrito de Engenho Velho – Concórdia (Fev./2001)

O excesso de dejetos de suínos, além de causar poluição das águas, do solo e do ar, provoca conflitos com o potencial turístico desta área.

#### **4.2. A produção de suínos na bacia e seu poder poluidor**

Segundo SILVA (2000), existem 120 suinocultores na Bacia dos Fragosos, apresentando um total aproximado de 40.000 cabeças de suínos.

A Tabela 14 a seguir apresenta o plantel e o volume de dejetos produzidos em cada uma das trinta e duas microbacias formadoras da Bacia dos Fragosos. Os dados estão classificados em ordem crescente por volume de dejetos.



**TABELA 14** Plantel de suínos e volume de dejetos produzidos por microbacia

MICROBACIA	PLANTEL	VOLUME DE DEJETOS (M³)
2	0	0
4	0	0
7	0	0
11	0	0
14	0	0
15	0	0
20	0	0
3	300	821,25
21	370	1.149,75
32	550	1.505,63
9	420	1.533,00
31	780	2.135,25
8	763	2.485,65
17	633	2.518,50
26	805	2.682,75
30	943	2.718,34
5	823	2.901,75
24	1.080	3.367,13
1	1.290	3.640,88
27	1.320	3.878,13
13	1.215	4.279,63
10	1.387	4.878,23
23	1.525	5.201,25
6	1.820	6.351,00
25	2.044	7.201,45
18	2.280	8.185,13
28	2.537	8.354,85
12	2.453	8.900,53
16	2.572	9.048,35
29	3.741	12.189,18
19	5.388	19.554,88
22	5.065	19.819,50
<b>TOTAL</b>	<b>42.104</b>	<b>145.301,99</b>

Fonte: Dados fornecidos pelo CIRAM – EPAGRI (Dez/1999)

As cores das fontes utilizadas na tabela acima seguem a legenda proposta no “Mapa de Microbacias X Potencial de Poluição” (CIRAM - EPAGRI, 2000 – ver ANEXO A):

	Altamente poluidora
	Poluidora
	Moderadamente poluidora
	Pouco poluidora
	Não poluidora



Para a classificação apresentada no “Mapa de Microbacias X Potencial de Poluição” (CIRAM – EPAGRI, 2000 – ver ANEXO A), foram adotados os seguintes critérios:

- Altamente poluidora: o volume de dejetos produzidos na microbacia ultrapassa 100% do potencial de aplicação da área;
- Poluidora : o volume de dejetos encontra-se entre 70 e 100% do potencial de aplicação da área;
- Moderadamente poluidora: o volume de dejetos encontra-se entre 50 e 70% do potencial de aplicação da área;
- Pouco poluidora: o volume de dejetos produzidos na microbacia não ultrapassa 50 % do potencial de aplicação da área e
- Não poluidora: não há produção de suínos na microbacia.

No cálculo do potencial de aplicação de dejetos de suínos foram consideradas:

- a) Áreas aptas ao recebimento de dejetos: aproximadamente 25% das encostas erosionais coluviais, 90 % das encostas em patamar, coluviais erosionais e coluviais, e 10 % das encostas erosionais;
- b) Taxa de aplicação de 45 m<sup>3</sup> de dejetos por hectare, indicada para lavoura de milho com potencial de produtividade de até 100 sacos/ha, com dejetos contendo 2,54 % de matéria seca em solos com teor de 2,6 a 3,5% de matéria orgânica (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 1994, citada por MIRANDA et al., 1999).

As microbacias que produzem maior quantidade de dejetos coincidem, em quase todos os casos, com as consideradas altamente poluidoras.

Esta relação nem sempre é válida, pois uma microbacia pode produzir maior quantidade de dejetos e ser considerada pouco poluidora, caso possua área suficiente para recebê-los como fertilizante (exemplo: microbacia 32).

Cabe ressaltar também que um plantel com um número inferior de cabeças de suínos pode produzir maior quantidade de dejetos, dependendo da categoria dos animais, conforme citado no item 2.3.2 (exemplo: microbacias 17 e 8).

4.3. Utilização de dejetos de suínos como fertilizantes: Capacidade de carga da área de estudo

Os dados da Tabela 15 a seguir foram fornecidos pelo CIRAM-EPAGRI e apresentam o déficit ou superávit de área em hectares, para recebimento dos dejetos por microbacia, em ordem crescente.

TABELA 15 Déficit/Superávit de área apta para recebimento de dejetos nas microbacias

Microbacia	Déficit/Superávit (ha)	Microbacia	Déficit/Superávit (ha)
22	-375	30	-6
19	-316	24	-3
16	-162	21	8
12	-157	7	9
29	-129	11	14
6	-121	15	15
18	-110	2	17
25	-95	26	17
23	-74	9	18
10	-68	32	18
28	-55	4	22
1	-47,8	3	26,8
17	-25	14	39
27	-21	20	44
13	-12	8	70
5	-8,4	31	77
		TOTAL	-1.390,40

Fonte: CIRAM – EPAGRI (2000)

Analisando os dados da tabela juntamente com o “Mapa de Microbacias X Potencial de Poluição” (CIRAM- EPAGRI, 2000 – ver ANEXO A), verifica-se que a porção mais poluidora da Bacia dos Fragosos, está localizada no seu terço médio, representado pelas microbacias : 22, 19, 16, 12, 18, 10, 17 e 13 (Figura 15), totalizando um déficit de 1.225 ha de áreas aptas ao recebimento dos dejetos, ou um excedente de 55.125 m³ de dejetos.

O terço superior da bacia pode alcançar um equilíbrio de utilização entre as propriedades, se forem transferidos os dejetos excedentes para as áreas com potencial para aplicação.

No terço inferior existe a possibilidade de transferência de parte dos dejetos da microbacia 29 para as microbacias 31 e 32.

A microbacia 29, localizada ao lado direito da foz do Lajeado dos Fragosos, deve receber uma atenção especial pois está entre as que apresentam maior déficit de área apta para recebimento de dejetos (ver Tabela 15) e parte de sua área contribui diretamente para a represa da Hidrelétrica de Itá.

Devido a disponibilidade de ortofotocartas em escala 1:10.000 do trecho inferior da Bacia dos Fragosos, fornecidos pela GERASUL, este será o trecho escolhido para o estudo de caso. A microbacia 29, é a única que apresenta informações por propriedade, ou seja, o mapa fundiário, portanto será o foco principal para o desenvolvimento da metodologia.

De acordo com SILVA (2000), a microbacia 29 possui doze pequenas propriedades, das quais apenas seis são suinocultores, porém com um grande excedente de dejetos. As ortofotocartas apresentam a divisão das propriedades, reduzindo o serviço de campo.

O distrito de Engenho Velho descrito no item 4.1, localiza-se na microbacia 29. Cabe ressaltar que nesta região, além das propriedades rurais, existem algumas dezenas de residências, escola básica de primeiro grau, posto de compra e venda de produtos da COPÉRDIA, igreja, posto de gasolina e um pequeno restaurante.

O excesso de dejetos de suínos, além de causar poluição das águas, do solo e do ar, provoca conflitos com a GERASUL, com a porção urbana do Engenho Velho e com o potencial turístico da área inundada pela barragem.

#### **4.4. Análise da produção de dejetos e capacidade de carga por propriedade na microbacia 29**

##### **4.4.1 Produção de dejetos**

Durante as visitas realizadas em Fevereiro de 2001 (ver Capítulo III – Metodologia, item 3.2), foram constatadas algumas mudanças que influenciaram na situação da poluição na microbacia, tais como:

- O produtor 123 localiza-se na microbacia vizinha (microbacia 31) e não na microbacia 29;
- O produtor 4 encerrou as atividades em sua propriedade;
- Os produtores 35 e 155 passaram a criar suínos.

Vale ressaltar a importância da atualização das informações no processo de análise ambiental, pois alguns fatores sócio econômicos podem alterar completamente o grau de poluição do local, em um curto espaço de tempo.

Estas novas informações alteraram a situação da microbacia 29, que passou de altamente poluidora para moderadamente poluidora, segundo os critérios da EPAGRI, apresentados por SILVA (2000).



Entretanto este novo quadro não impede a continuidade do trabalho, pois o problema da concentração de dejetos continua existindo em algumas propriedades, e deve ser solucionado.

A Tabela 16 a seguir apresenta a atual produção de dejetos na microbacia 29 bem como a capacidade das esterqueiras de cada produtor.

**TABELA 16** Produção de dejetos na microbacia 29 e capacidade das esterqueiras, por propriedade (Fev/2001)

Código (*)	CC (**)	UPL (**)	Term. (**)	Plantel	Vol. Dej. Ano (m³)	Vol. Dej. 120 dias (m³)	Volume Esterq. (m³)
35	0	0	240	240	657,00	219,00	64,00
27	0	0	100	100	273,75	91,25	40,00
96	0	0	500	500	1368,75	456,25	330,00
155	0	0	40	40	109,50	36,50	64,00
169	0	0	600	600	1642,50	547,50	307,00
185	0	0	42	42	114,98	38,33	24,00
TOTAL				1522	4166,48	1508,83	829,00

(\*) Numeração utilizada no trabalho de SILVA (2000).

(\*\*) Número de animais em : CC – Ciclo Completo; UPL – Unidade Produtora de Leitões e Term – Terminação.

**4.4.2 Capacidade de carga por propriedade**

Os cálculos a seguir estão baseados nas informações das seguintes representações gráficas produzidas conforme descrito no Capítulo III – Metodologia: fundiário e viário, planialtimétrico e fundiário, fisiografia, aptidão e uso das terras (ver ANEXO B).

A partir deste ponto as propriedades foram renumeradas de P01 a P16 para facilitar a referência.

O termo “capacidade de carga” aqui, refere-se a quantidade de dejetos necessária para o desenvolvimento das plantas, ou seja, a dose de dejetos a ser aplicada no solo que depende da concentração dos nutrientes nos dejetos e no solo, do tipo de solo, da necessidade da cultura e do tempo de utilização dos dejetos.

**4.4.2.1 Concentração dos nutrientes nos dejetos**

No campo, através da determinação da densidade dos dejetos, é possível estimar a sua composição em nutrientes e calcular a dose adequada a ser aplicada para uma determinada

cultura (ver item 2.3.3). Como a realização destas análises não era objetivo deste trabalho, na falta de informações de campo recorreu-se a resultados de experimentos já realizados em propriedades típicas de suinocultores da região.

Porém recomenda-se que, antes da execução de um projeto piloto baseado nos resultados deste estudo de caso, sejam analisadas amostras de dejetos de todos os suinocultores da microbacia 29, bem como a medição das vazões diárias, pois estes resultados podem alterar a quantidade excedente por propriedade e a eficiência dos sistemas de tratamento.

Segundo SCHERER et al. (1996), o resultado da análise de 118 amostras de esterco líquido de suínos da região oeste catarinense, apresentou uma média de 3 % do teor de matéria seca. Portanto este será o teor considerado nos próximos passos do trabalho.

O esterco líquido de suínos com 3 % de matéria seca apresenta as seguintes concentrações médias de nutrientes: N : 2,80 kg/m³ , P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 2,28 kg/m³ e K<sub>2</sub>O : 1,49 kg/m³ (SCHERER et al., 1996).

4.4.2.2 Análise do solo

A Tabela 17 apresenta os resultados das análises de solo coletado em vários pontos da Bacia dos Fragosos, de acordo com as informações contidas no “Inventário das Terras da Bacia dos Fragosos” (SILVA, 2000).

TABELA 17 Resultado das análises de solo da Bacia dos Fragosos (Dez./1999)

Subpaisagem	Matéria Orgânica (M.O.)	Fósforo (P)	Potássio (K)	Argila (%)
Encosta erosional (Ee)	Médio	Baixo	Alto	22,4 (classe 4)
Encosta erosional coluvial (Eec)	Baixo	Médio	Alto	33,1 ( classe 3)
Encosta em patamar (Ep)	Médio	Alto	Alto	70,7 (classe 1)
Encosta coluvial (Ec)	Médio	Muito baixo	Alto	38% (classe 3)

Obs.: Adaptado através do Manual de “Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina” (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 1994)

#### 4.4.2.3 Necessidade da cultura e cálculo da taxa de aplicação

De acordo com SEGANFREDO (2000), os dejetos de suínos apresentam simultaneamente, vários nutrientes que se encontram em quantidades desproporcionais em relação a capacidade de extração das plantas. Com isso, adubações contínuas com dejetos poderão ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo.

Portanto, para se evitar a adição de alguns nutrientes em quantidades superiores às exigidas, recomenda-se tomar por base o nutriente cuja quantidade será satisfeita com a menor dose de adubo orgânico. Para os outros nutrientes estima-se a quantidade que será fornecida em função desses mesmos parâmetros e da dose aplicada e suplementa-se o que faltar com fertilizantes minerais.

DARTORA et al. (1998) recomendam para a cultura de milho uma dose aproximada de 60 m<sup>3</sup>/ha.ano de dejetos, parcelada em duas vezes. Os mesmos autores sugerem para as pastagens perenes, dose de 20 m<sup>3</sup>/ha, a cada corte ou pastoreio.

De acordo com COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (1994), citado por MIRANDA et al. (1999), considerando que o produtor pretenda adubar uma lavoura de milho com potencial de produtividade de mais de 100 sacos/ha, com dejetos de suíno contendo 3% de matéria seca, e que a análise do solo apresente um teor de matéria orgânica em torno de 3%, verifica-se que a quantidade a ser aplicada é de 49 m<sup>3</sup>/ha.ano.

Para a continuidade do presente trabalho, será utilizada para o milho a dose de 49 m<sup>3</sup>/ha.ano, baseada na COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (1994), citada por MIRANDA et al. (1999), por ser mais específica com relação as características dos dejetos e do solo. Para as pastagens perenes será utilizada a dose de 20 m<sup>3</sup>/ha, sugerida por DARTORA et al. (1998), considerando-se apenas uma aplicação anual.

Para o cálculo da capacidade de carga será utilizada uma média aproximada entre estes dois valores: 35 m<sup>3</sup>/ha.ano, a ser aplicada nas áreas aptas ao recebimento de dejetos, segundo a fisiografia das terras.

Este valor é menor que a taxa de 45 m<sup>3</sup>/ha.ano, de acordo com SILVA (2000) e apresentado no item 4.2, pois propõe-se aqui uma taxa média de aplicação entre a cultura do milho e as pastagens perenes. Este valor médio é mais realista pois nem toda a área apta para o recebimento de dejetos é utilizada pelos agricultores para o plantio do milho, e nem todos os proprietários exploram as pastagens perenes.

#### 4.4.2.4 Capacidade de carga por propriedade

Para o cálculo da área por subpaisagem a ser considerada apta para o recebimento de dejetos de suínos, será utilizado o mesmo critério adotado por SILVA (2000):

- 25 % das Encostas erosionais coluviais;
- 90% das Encostas coluviais;
- 10% das Encostas erosionais e
- 90 % das Encostas em patamar.

Segundo o “Inventário das Terras da Bacia dos Fragosos”, nas encostas erosionais coluviais deve-se efetuar a aplicação de dejetos de suínos com atenção e, levando-se em consideração o relevo e a profundidade dos solos, dando-se preferência às áreas coluviais, onde as declividades são mais amenas e os solos mais profundos e por conseguinte com maiores possibilidades de contenção dos dejetos. Não se recomenda esta prática nas áreas com declividades superiores a 25%. As encostas erosionais constituem em áreas tipicamente de perdas, em relevo bastante dissecado, não se prestando para o recebimento de dejetos de suínos, em primeiro lugar pela dificuldade de acesso e, em segundo lugar devido a sua instabilidade corre-se o risco de carreamento deste material para os rios nas épocas chuvosas.

A Tabela 18 apresenta a capacidade de carga por propriedade em m<sup>3</sup>/ha.ano, representada pela coluna “Potencial”, bem como a produção de dejetos suínos e o déficit ou superávit com relação a capacidade de carga.

Observa-se que apenas as seguintes propriedades possuem excesso (superávit) de dejetos que devem ser tratados ou transportados para outras áreas:

- P04 : 1101,34 m<sup>3</sup>/ano;
- P07: 28,65 m<sup>3</sup>/ano;
- P08: 1345,49 m<sup>3</sup>/ano;
- P10: 571,39 m<sup>3</sup>/ano.

O cálculo da capacidade de carga também pode ser feito através das informações de uso do solo, caso não existam áreas significativas de conflito de uso no local de estudo. Este é o caso da microbacia 29 (ver ANEXO A, Mapa de conflitos de uso), segundo as informações obtidas através da imagem de satélite LANDSAT TM7 da órbita 220.79, bandas 3, 4 e 5 de 23 de Agosto de 1999 (SILVA, 2000).

A Tabela 19 apresenta a capacidade de carga da microbacia 29, calculada a partir das informações de uso do solo de Agosto de 1999.

Foram utilizadas as seguintes doses de aplicação: 49 m<sup>3</sup>/ha nas culturas anuais e 20 m<sup>3</sup>/ha em áreas de campo + capoeira, capoeira e floresta.

Para o cálculo das áreas utilizou-se o seguinte critério: 100% das culturas anuais existentes, 80 % das áreas de campo + capoeira, 50% das áreas de capoeira e 40% das áreas de floresta.

Este novo critério também aponta o excesso de dejetos nas mesmas propriedades: P04, P07, P08 e P10, em valores muito próximos aos calculados segundo a fisiografia. Aponta ainda um pequeno excesso de 16,46 m<sup>3</sup> dejetos na propriedade P11.

Será adotado para este estudo de caso o critério segundo a fisiografia das terras, pela falta de informações atualizadas com respeito ao uso da terra, visto que os mapas foram gerados a partir de imagem de satélite de Agosto de 1999.

**TABELA 18** Capacidade de carga das propriedades segundo a fisiografia das terras

Propr.	Fvec (ha)	Eec (ha)	Ec (ha)	Ee (ha)	Ep (ha)	H (ha)	Total (ha)	Potencial (m³/ano)	Dejetos (m³/ano)	Def./ Sup. (m³/ano)
P01	0,59	9,58	0,00	0,00	0,00	0,00	10,18	83,86	0,00	-83,86
P02	0,82	14,11	0,00	0,74	0,00	0,00	15,66	126,04	0,00	-126,04
P03	0,55	7,05	0,00	1,77	4,34	0,00	13,71	204,70	0,00	-204,70
P04	0,53	0,93	2,90	5,49	4,72	0,00	14,57	267,41	1368,75	<b>1101,34</b>
P05	0,81	0,00	18,79	0,64	0,00	0,00	20,24	594,11	109,50	-484,61
P06	0,00	0,81	6,22	0,00	0,00	0,00	7,03	202,95	0,00	-202,95
P07	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00	0,00	2,74	86,33	114,98	<b>28,65</b>
P08	0,01	0,00	9,43	0,00	0,00	0,00	9,43	297,01	1642,50	<b>1345,49</b>
P09	0,00	6,26	3,20	0,00	0,00	0,00	9,46	155,64	0,00	-155,64
P10	0,00	7,03	0,76	0,00	0,00	0,00	7,80	85,61	657,00	<b>571,39</b>
P11	1,06	0,00	10,78	0,00	0,00	0,00	11,84	339,50	273,50	-66,00
P12	0,00	0,00	3,83	0,00	0,00	0,24	4,07	120,65	0,00	-120,65
P13	0,00	2,44	0,96	0,00	0,00	0,00	3,40	51,49	0,00	-51,49
P14	0,00	1,28	1,57	0,00	0,00	0,00	2,85	60,57	0,00	-60,57
P15	1,94	0,00	7,52	0,00	0,00	0,00	9,46	236,97	0,00	-236,97
P16	3,19	6,25	14,27	0,00	0,00	0,00	23,71	504,15	0,00	-504,15
NC (*)	11,69	15,69	35,26	0,00	0,00	11,23	73,87	1248,01	0,00	-1248,01
<b>TOTAL</b>	<b>21,18</b>	<b>71,44</b>	<b>118,23</b>	<b>8,64</b>	<b>9,07</b>	<b>11,47</b>	<b>240,01</b>	<b>4664,99</b>	<b>4166,23</b>	<b>-498,76</b>

(\*) NC (Não Consideradas) - Refere-se a terrenos que foram inundados, zona urbana e terrenos sem identificação do proprietário. Verificar “Mapa Planialtimétrico e Fundiário” no Anexo B. A cota aproximada de inundação da Barragem de Itá é de 360 m e a cota aproximada de enchente de 100 anos é de 370 m.

TABELA 19 Capacidade de carga das propriedades segundo o uso dos solos

Propr.	Cam+Cpo (ha)	F (ha)	Cpo (ha)	Ca (ha)	H (ha)	Total (ha)	Potencial (m²/ano)	Dejetos (m³/ano)	Def./Sup. (m³/ano)
P01	8,38	1,18	1,00			10,57	153,61	0,00	-153,61
P02	6,74	8,99				15,74	179,87	0,00	-179,87
P03	7,43	6,29				13,72	169,19	0,00	-169,19
P04	8,06	4,67		1,95		14,68	261,82	1368,75	1106,93
P05	15,08			5,17		20,25	494,76	109,50	-385,26
P06	7,02					7,02	112,32	0,00	-112,32
P07	2,44			0,30		2,74	53,74	114,98	61,24
P08	8,50			0,93		9,43	181,70	1642,50	1460,80
P09	8,90	0,54				9,44	146,73	0,00	-146,73
P10	6,79	1,00		0,01		7,79	116,97	657,00	540,03
P11	9,81			2,04		11,86	257,04	273,50	16,46
P12	1,86			1,98	0,22	4,07	126,90	0,00	-126,90
P13	2,88			0,50		3,39	70,77	0,00	-70,77
P14	1,99			0,84		2,82	72,73	0,00	-72,73
P15	9,47					9,47	151,56	0,00	-151,56
P16	17,29	3,13	2,68	0,61		23,71	358,27	0,00	-358,27
NC	37,63	5,41	6,02	13,96	11,17	74,19	1389,67	0,00	-1389,67
TOTAL	160,29	31,22	9,71	28,29	11,39	240,90	4297,65	4166,23	-131,42

(\*) NC (Não Consideradas) - refere-se a terrenos que foram inundados, zona urbana e terrenos sem identificação do proprietário. Verificar “Mapa Planialtimétrico e Fundiário” no Anexo B. A cota aproximada de inundação da Barragem de Itá é de 360 m e a cota aproximada de enchente de 100 anos é de 370 m.

4.5. Custos de transporte e distribuição dos dejetos

Neste tópico será analisada a viabilidade econômica da utilização dos dejetos de suínos, contra a aquisição de fertilizantes químicos, comparando o preço atual do adubo com o custo de transporte e distribuição dos dejetos na lavoura.

A Tabela 20 apresenta o valor do esterco líquido de suínos calculado de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo III, item 3.3.

**TABELA 20** Valor do esterco líquido de suínos e custo de transporte e aplicação, de acordo com o teor de matéria seca presente no liquame

Densidade Do esterco líquido Kg/m³ (A)	Matéria seca % (A)	Quantidade de N P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O Kg/m³ (A)	Valor com base no preço do fertilizante químico (B) R\$/m³	Custo de transporte + aplicação (C) R\$/Kg NPK
1,005	0,49	2,714	2,99	0,34
1,010	1,63	4,557	5,01	0,20
1,012	2,09	5,200	5,72	0,18
1,015	2,77	6,400	7,04	0,15
1,020	3,91	8,244	9,07	0,11
1,025	5,05	10,088	11,10	0,09
1,030	6,19	11,932	13,13	0,08

(A) Fonte: SCHERER et al. (1996).

(B) Calculado com base no preço médio ponderado de R\$ 1,10/kg de nutrientes NPK, tomando como referência o preço médio dos seguintes adubos simples: uréia, superfostato triplo e cloreto de potássio.

(C) Calculado em R\$ 0,93/m³ de esterco aplicado, considerando um raio de 600 m para o transporte de esterco com caminhão tanque com capacidade de 7.000 litros a um preço médio de R\$ 26,00/hora. As propriedades desta microbacia não apresentam distâncias de aplicação maiores que 600m. Foram consideradas velocidades de 7 e 12 km/hora, com o tanque cheio e vazio, respectivamente, e tempo médio para carregamento do tanque igual a seis minutos.

Estes resultados demonstram que, perante os atuais preços do fertilizante químico e da hora do equipamento, a utilização de dejetos de suínos neste caso é muito vantajosa, mesmo com baixos teores de matéria seca, pois o preço médio ponderado de R\$ 1,10/kg de nutrientes é muito maior que o custo de transporte e aplicação por Kg de NPK (C), para qualquer densidade, considerando um raio de 600 m.



Deve-se considerar também a hipótese de utilização dos dejetos excedentes dos vizinhos, prática muito comum entre as propriedades desta região.

A Tabela 21 apresenta os custos aproximados de transporte e aplicação de dejetos de uma propriedade para outra, em distâncias de 1.000 a 4.000 m, com o mesmo caminhão tanque analisado anteriormente.

**TABELA 21** Custos de transporte e aplicação de dejetos de suínos de acordo com o teor de matéria seca do liquame para distâncias entre 600 e 4.000 metros

Matéria Seca %	Custo Transp. +Aplic. 600 m (*)	Custo Transp. +Aplic. 1000 m (*)	Custo Transp. +Aplic. 2000 m (*)	Custo Transp. +Aplic. 3000 m (*)	Custo Transp. +Aplic. 4000 m (*)
0,49	0,34	0,46	0,76	1,06	1,37
1,63	0,20	0,27	0,50	0,63	0,82
2,09	0,18	0,24	0,39	0,56	0,72
2,77	0,15	0,19	0,32	0,45	0,58
3,91	0,11	0,15	0,25	0,35	0,45
5,05	0,09	0,12	0,20	0,29	0,37
6,19	0,08	0,10	0,17	0,24	0,31

(\*) R\$/kg de NPK

Conforme os dados apresentados na Tabela 21, mesmo com o custo adicional do transporte dos dejetos de uma propriedade para outra, a utilização dos dejetos de suínos continua sendo vantajosa. A exceção do dejetos com 0,49 % de matéria seca, todos os demais casos apresentados apresentam custo inferior ao preço médio de R\$1,10/kg de NPK.

Cabe ressaltar que o transporte de dejetos a distâncias maiores que 4 km, exige uma grande disponibilidade de equipamento, pois o caminhão levaria aproximadamente uma hora para fazer o percurso.

**4.6. Alternativas para o destino dos dejetos de suínos**

O destino ideal para os dejetos de suínos, seria a sua utilização como fertilizante dentro das propriedades ou nas propriedades vizinhas, localizadas a distâncias de até 4.000 m, conforme estudo apresentado no item anterior, desde que haja disponibilidade de equipamentos.

As seguintes informações sobre as propriedades estão de acordo com SILVA (2000) e atualizadas através de nova entrevista (ver ANEXO E) realizada em Fevereiro de 2001 com os proprietários e com o responsável pelos equipamentos da Associação:

- plantel de cada produtor;
- produção de dejetos por propriedade;
- tipo e capacidade do sistema de armazenamento dos dejetos;
- destino dos dejetos produzidos;
- frequência de aplicação dos dejetos na lavoura;
- problemas com vizinhos devido aos dejetos de suínos.

Considerando a capacidade de carga total das terras apresentada na Tabela 18, verifica-se que a microbacia 29 produz aproximadamente 4.166 m<sup>3</sup> de dejetos por ano, contra um potencial de 4665 m<sup>3</sup>, o que representa um déficit de dejetos de 499 m<sup>3</sup> de dejetos por ano.

Estes números revelam que, considerando todo a área potencial, a microbacia não apresenta problemas de poluição, pois possui área suficiente para receber os dejetos produzidos com certa folga.

Infelizmente, apesar da microbacia apresentar uma ótima fisiografia, principalmente quando comparada às demais, vários proprietários não são candidatos a receber este excesso de dejetos, por diversas razões:

- Utilizam cama de aviário;
- Não suportam os dejetos de suínos (conflitos entre vizinhos);
- Famílias aposentadas, só exercem atividade de subsistência;
- Propriedade inativa.

Portanto, considerando estes fatores, os únicos candidatos ao recebimento dos dejetos excedentes são: P03, P05, P11 e P16.

Será considerado também um potencial de 10 ha de encosta coluvial da área urbana, que foi incluída nas áreas NC. Esta área será considerada por apresentar cultura anual nas residências da zona urbana, que também poderiam utilizar dejetos de suínos como fertilizante (ver Representação gráfica do uso das terras por propriedade – ANEXO B).

A Tabela 22 apresenta o balanço de dejetos por propriedade, bem como o volume atual de seus sistemas de armazenamento.

**TABELA 22** Balanço de dejetos e volume de esterqueira por propriedade

Propriedade	Potencial (m³/ano)	Produção de Dejetos (m³/ano)	Déficit/Superávit (m³/ano)	Vol. Esterqueira (m³)
P03	204,70	0,00	-204,70	0,00
P04	267,41	1368,75	<b>1101,34</b>	330,00
P05	594,11	109,50	-484,61	64,00
P07	86,33	114,98	<b>28,65</b>	24,00
P08	297,01	1642,50	<b>1345,49</b>	307,00
P10	85,61	657,00	<b>571,39</b>	64,00
P11	339,50	273,50	-66,00	40,00
P16	504,15	0,00	-504,15	0
NC	350,00	0,00	-350,00	0
TOTAL	2728,82	4166,23	<b>1437,41</b>	829

O próximo passo é verificar a proximidade das propriedades e definir a doação para o vizinho mais próximo (ver Tabela 23 e Figura 17 ). A prática da doação é comum na bacia. O proprietário que recebe o dejetos paga pelo transporte e distribuição em sua lavoura e/ou potreiro.

**TABELA 23** Balanço de dejetos entre as propriedades da microbacia 29

Propriedade	Prod. de dejetos (m³/ano)	Capacidade de carga (m³/ano)	Doação (m³/ano)	Excesso (m³/ano)
P04	1368,75	267,41	204,70 (P03) 484,61 (P05)	412,03
P07	114,98	86,33	28,65 (NC)	0
P08	1642,50	297,01	254,00 (NC) 66,00 (P11)	1025,49
P10	657,00	85,61	504,15 (P16) 67,24 (NC)	0
Total	3783,23	736,36	1609,35	1437,52

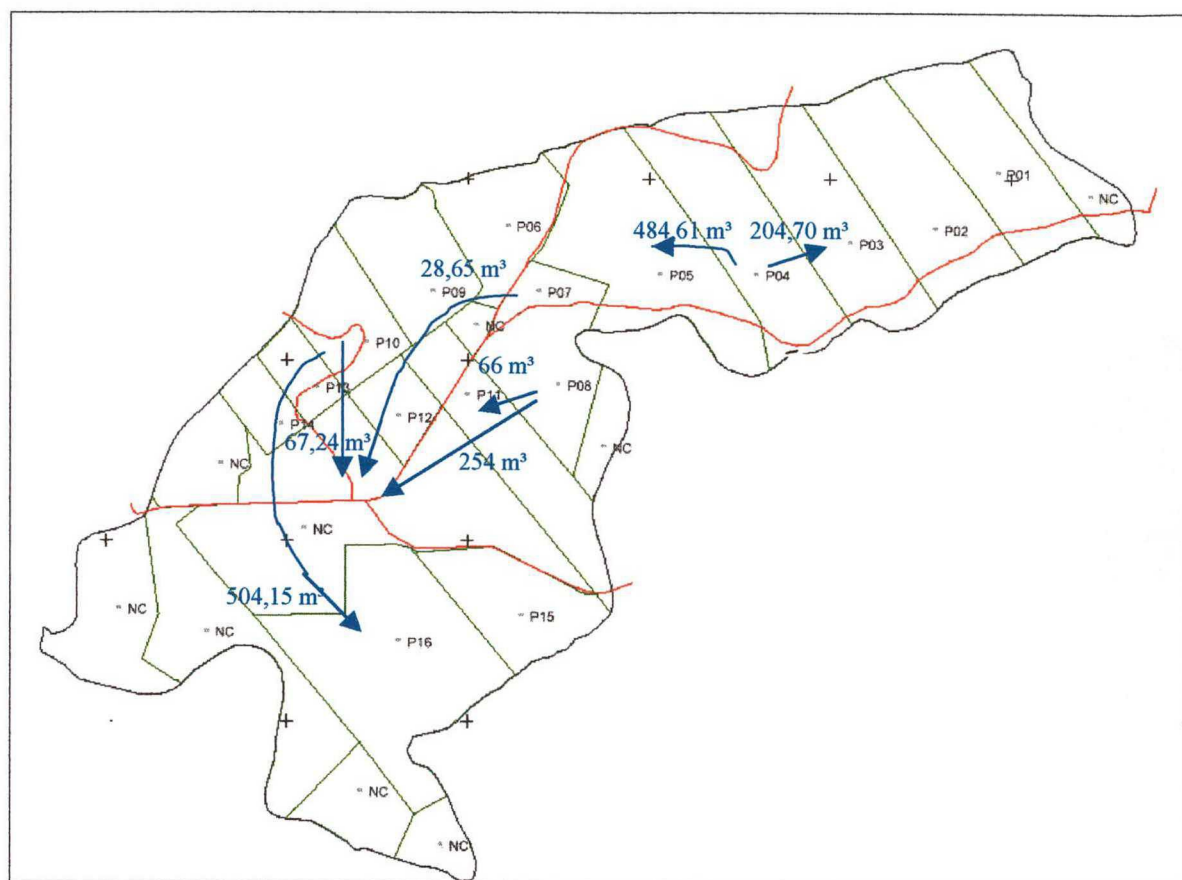
Neste caso, o proprietário da P04 pode doar os dejetos para o P03 e para o P05 ( o que ocorre na realidade), ficando ainda com um excesso aproximado de 412 m³/ano.

Sugere-se que o proprietário P16 receba o excedente da P10.

O excesso da P07 (28,65 m³) pode ser somado ao restante da P10 (67,24 m³), mais 254 m³ de P08 para suprir a área adjacente a urbana.

P11 pode receber 66,00 m³ de P08.

P08 ainda ficará com um excesso de 1025,49 m<sup>3</sup>, que somados aos 412 m<sup>3</sup> de P04 resultam em aproximadamente 1440 m<sup>3</sup>/ano que poderão ser tratados ou transportados para outra microbacia.



**FIGURA 17** Representação gráfica do balanço de dejetos entre as propriedades da microbacia 29

#### 4.6.1 Custo de adequação das esterqueiras

Após definir o destino dos dejetos, serão analisadas as esterqueiras de cada produtor. Para tanto, é necessário conhecer a rotina de aplicação dos dejetos por propriedade, ou seja, o número de aplicações por cultura por ano e a época destas aplicações.

Segundo SILVA (2000), a maioria dos proprietários da microbacia 29 faz três aplicações anuais de dejetos de suínos: para a safra do milho, para a “safrinha” e geralmente outra na pastagem. As duas safras são semeadas de Agosto a Janeiro. Portanto será considerada uma aplicação a cada 120 dias, pois atende as épocas de preparo do solo.

A FATMA e a EPAGRI recomendam que as esterqueiras sejam dimensionadas para atender toda a produção de dejetos do plantel, por um período mínimo de 120 dias. Sabe-se

que a maioria das esterqueiras não possuem esta capacidade de armazenagem. Segundo dados da Tabela 22, apenas P05 atende a esta recomendação na microbacia 29.

Sugere-se que, caso o volume atual da esterqueira atenda a demanda da propriedade e de seus vizinhos receptores, poderá permanecer com este volume, contanto que os excedentes sejam transportados periodicamente para o sistema de tratamento comunitário proposto neste trabalho.

A esterqueira deve ser dimensionada com uma margem de segurança de, no mínimo 20% acima do volume produzido. Esta margem cobrirá o inóculo para o próximo período e uma folga para atender os diferentes cronogramas de preparo da terra de cada propriedade.

A Tabela 24 apresenta os preços unitários dos materiais e serviços necessários para a reforma das esterqueiras.

**TABELA 24** Preços unitários de materiais e serviços necessários para a reforma das esterqueiras

Descrição	Unidade	Custo (R\$)	Fonte
Escavação mecânica e acerto de taludes, com a utilização de retro-escavadeira	m³	1,63	CIDASC - Florianópolis
Compactação mecanizada em áreas, sem o controle do grau de compactação (*)	m³	1,27	CASAN – GPR – Florianópolis
Impermeabilização com lona SANSUI, espessura 8 mm (soldada, instalada e com frete incluso)	m²	9,70	AVESUY Equipamentos para Aves e Suínos Ltda. Xanxerê – SC

(\*) Para o orçamento será considerada uma compactação de 20 cm de altura, resultando em um custo de R\$ 0,25 por metro quadrado compactado.

A seguir serão detalhados os custos para adequação das esterqueiras dos suinocultores da microbacia 29.

**4.6.1.1.Propriedade P04**

De acordo com a Tabela 23, a propriedade P04 apresenta um potencial de aplicação de 267,41 m³. Somando-se as doações (204,70 + 484,61), totalizam 956,72 m³/ano. Esta propriedade precisa estocar aproximadamente 319 m³ de dejetos a cada 120 dias.

Acrescentando a margem de segurança de 20 %, P04 necessita de uma esterqueira com aproximadamente 383 m<sup>3</sup>.

P04 possui duas esterqueiras com capacidade total de 330 m<sup>3</sup>, revestidas de concreto. Para o orçamento será calculado o custo de uma esterqueira adicional com 53 m<sup>3</sup>, revestida de lona.

Considerando o formato retangular de esterqueira apresentado no item 2.3.5.3, onde o comprimento é de aproximadamente três vezes a largura, e uma profundidade  $h = 1,50$  m, tem-se para um volume de 53 m<sup>3</sup>, dimensões da área superficial de 4,95 m x 11,80 m. Estas dimensões resultam em uma área de aproximadamente 59 m<sup>2</sup> a ser impermeabilizada.

Portanto, aplicando os preços unitários da Tabela 24, o custo estimado para a adequação das esterqueiras de P04 será de R\$ 675,00.

#### **4.6.1.2. Propriedade P07**

De acordo com a Tabela 23, a propriedade P07 produz 114,98 m<sup>3</sup> de dejetos por ano e pode aplicar 86,33 m<sup>3</sup>/ano na propriedade. P07 doará o restante de sua produção para as áreas aptas próximas a área urbana. Isto significa que P07 precisa de uma esterqueira capaz de estocar toda a sua produção de dejetos por um período de 120 dias, ou seja, com um volume mínimo de 38,33 m<sup>3</sup>.

Acrescentando a margem de segurança de 20 %, P07 necessita de uma esterqueira com aproximadamente 46 m<sup>3</sup>.

A esterqueira atual apresenta um volume de 24 m<sup>3</sup> e não é revestida. Sugere-se para este caso uma ampliação de 22 m<sup>3</sup> na esterqueira existente. A escavação, compactação e acerto de taludes pode ser realizada com mão de obra local.

Considerando o formato retangular de esterqueira apresentado no item 2.3.5.3, onde o comprimento é de aproximadamente três vezes a largura, e uma profundidade  $h = 1,50$  m, tem-se para um volume de 46 m<sup>3</sup>, dimensões da área superficial de 4,70 m x 11,10 m. Estas dimensões resultam em uma área de aproximadamente 53 m<sup>2</sup> a ser impermeabilizada.

Portanto, aplicando o preço unitário da lona SANSUI apresentado na Tabela 24, o custo estimado para a adequação da esterqueira de P07 será de R\$ 515,00.

#### **4.6.1.3. Propriedade P08**

De acordo com a Tabela 23, P08 produz anualmente 1.642,50 m<sup>3</sup> de dejetos, dos quais apenas 297,01 m<sup>3</sup> podem ser utilizados em sua propriedade, de acordo com a capacidade de carga de suas terras, e 320,00 m<sup>3</sup> podem ser doados para os vizinhos.

P08 deve possuir uma esterqueira com capacidade mínima para armazenar 206 m<sup>3</sup> a cada 120 dias.

Acrescentando a margem de segurança de 20 %, P08 necessita de uma esterqueira com aproximadamente 248 m<sup>3</sup>.

P08 possui duas esterqueiras com um volume total de 307 m<sup>3</sup>, o que comporta o volume proposto, porém não são revestidas.

As dimensões das esterqueiras são as seguintes: 15m x 5m x 2,10 m e 15 m x 5m x 2m. (15m x 5m são dimensões médias). Neste caso, tem-se uma área aproximada de 240 m<sup>2</sup> de revestimento.

Portanto, aplicando o preço unitário da lona SANSUI apresentado na Tabela 24, o custo estimado para a adequação da esterqueira de P08 será de R\$ 2.330,00.

#### **4.6.1.4. Propriedade P10**

De acordo com a Tabela 23, P10 produz anualmente 657,00 m<sup>3</sup> de dejetos, dos quais apenas 85,61 m<sup>3</sup> podem ser utilizados em sua propriedade, de acordo com a capacidade de carga de suas terras. O restante pode ser doado para os vizinhos, seguindo a sugestão apresentada na Tabela 23.

P10 deve possuir uma esterqueira com capacidade mínima para armazenar 219 m<sup>3</sup> a cada 120 dias. A esterqueira de P10 possui um volume de apenas 64 m<sup>3</sup> e não está revestida.

Sugere-se que a nova esterqueira apresente um volume de vinte por cento maior que o calculado, ou seja, aproximadamente 263 m<sup>3</sup>.

Portanto será necessário movimentar 199 m<sup>3</sup> de terra, caso haja disponibilidade de terreno em nível.

Considerando o formato retangular de esterqueira apresentado no item 2.3.5.3, onde o comprimento é de aproximadamente três vezes a largura, e uma profundidade  $h = 1,50$  m, tem-se para um volume de 263 m<sup>3</sup>, dimensões da área superficial de 9,15 m x 24,45 m. que resultam em uma área de aproximadamente 224 m<sup>2</sup> a ser impermeabilizada.

Portanto, aplicando os preços unitários da Tabela 24, o custo de adequação da esterqueira de P10 será de aproximadamente R\$ 2.555,00.

4.6.1.5.Propriedade P11

De acordo com a Tabela 22, a propriedade P11 produz 273,50 m³ de dejetos por ano e possui um potencial de aplicação de 339,50 m³/ano. P11 precisa de uma esterqueira capaz de estocar toda a sua produção de dejetos por um período de 120 dias, ou seja, com um volume mínimo de 91,20 m³. Sugere-se, por segurança, um volume vinte por cento maior: 110 m³.

A esterqueira atual apresenta um volume de 40 m³ e é revestida de pedra. Neste caso será necessário movimentar 70 m³ de terra, caso haja disponibilidade de terreno em nível.

Considerando o formato retangular de esterqueira apresentado no item 2.3.5.3, onde o comprimento é de aproximadamente três vezes a largura, e uma profundidade  $h = 1,50\text{ m}$ , tem-se para um volume de 110 m³, dimensões da área superficial de 6,50m x 16,30m, que resultam em uma área de aproximadamente 106 m² a ser impermeabilizada.

Portanto, aplicando os preços unitários apresentados na Tabela 24, o custo total para a reforma do sistema de armazenamento de P11 é de aproximadamente R\$ 1.170,00.

4.6.1.6.Síntese dos custos de adequação das esterqueiras

A Tabela 25 apresenta um resumo dos custos de adequação das esterqueiras dos suinocultores da microbacia 29.

**TABELA 25** Custos de adequação das esterqueiras dos suinocultores da microbacia 29

Propriedade	Volume atual da esterqueira (m³)	Revestimento atual da esterqueira	Volume proposto (m³)	Custo da reforma (R\$)
P04	330	Concreto	383	675,00
P07	24	Não possui	50	515,00
P08	307	Não possui	248	2.330,00
P10	64	Não possui	263	2.555,00
P11	40	Pedra	110	1.170,00
TOTAL	765	-	1054	7.245,00



4.6.2 Análise dos excedentes a serem tratados

Os proprietários P04 e P08 possuem excedentes que devem ser tratados ou transportados para outras microbacias.

P04 apresenta uma vazão excedente de 1,13 m³/dia e P08 uma vazão de 2,81 m³/dia, totalizando 3,94 m³/dia. Com 1 viagem por dia de um conjunto trator-tanque, este excesso poderia ser transportado para uma estação coletiva de tratamento, que poderia receber o excesso de outras propriedades.

Com o objetivo de procurar excesso de dejetos nas microbacias adjacentes para um tratamento conjunto, procedeu-se a análise das microbacias 31 e 32. O sistema viário atual permite a ligação entre estas microbacias e a microbacia 29. O produtor P123 foi incluído na microbacia 31.

Na falta de informações por propriedade, foram utilizados os dados disponíveis por microbacia de acordo com SILVA (2000), apresentados na Tabela 26.

TABELA 26 Balanço de dejetos de suínos nas microbacias 31 e 32

Microbacia	Plantel	Volume de dejetos (m³/ano)	Área necessária para aplicação (*) (ha)	Capacidade de carga (**) (ha)	Déficit ou Superávit (ha)
31	2780	9435,25	270	124	-146
32	550	1505,63	43	51	8
TOTAL	3330	10940,88	313	175	-138

(\*) Considerando uma dose de 35 m³/ha.ano  
(\*\*) Fonte: SILVA (2000) - dados fornecidos pela EPAGRI.

Segundo os dados acima, existe um déficit total de 138 ha de área para aplicação dos dejetos nas microbacias 31 e 32.

Utilizando-se uma dose de aplicação de 35 m³/ha.ano, calcula-se que existe um excesso aproximado de 4830 m³/ano nestas microbacias, que devem ser tratados.

Portanto existe um grande excesso provocado principalmente pela própria propriedade P123, que no início do estudo de caso teve a sua localização corrigida e transferida para a microbacia 31.

A propriedade P123 está localizada em uma área com declives acentuados, economicamente impróprias para a construção de estações de tratamento que exijam grandes áreas, tais como as lagoas de estabilização.

Sugere-se inicialmente que os dejetos excedentes da propriedade P123 sejam transportados para a microbacia 29, onde poderão ser tratados em conjunto ou não com os excessos de P04 e P08.

A logística das microbacias 31 e 32 não será detalhada, pela falta de dados físicos por propriedade.

Segundo SILVA (2000) a propriedade P123 produz anualmente 7300 m<sup>3</sup> de dejetos. A área total da propriedade é de 43 ha, mas possui apenas 8 ha de área mecanizável.

Caso seja considerado o mesmo critério de aplicação de 35 m<sup>3</sup>/ha.ano tem-se que a propriedade 123 utiliza apenas 8 ha x 35m<sup>3</sup>/ha/ano, totalizando 280 m<sup>3</sup>/ano.

De acordo com o depoimento do administrador de equipamentos da Associação, outros proprietários das microbacias 31 e 32 costumam receber dejetos da propriedade P123, o que, pela tabela acima, não elimina totalmente o problema de dejetos desta propriedade.

Considerando que o excesso de 4830 m<sup>3</sup> seja proveniente da propriedade P123, existe uma vazão diária aproximada de 13,23 m<sup>3</sup> que deve ser transportada para o local de tratamento.

#### **4.6.3 Análise de sistemas de tratamento individuais e coletivo**

Neste tópico serão analisados sistemas de tratamento compostos por separadores de fase, lagoas de estabilização e reatores anaeróbios de fluxo ascendente. Inicialmente deve-se definir a localização mais adequada para a instalação dos sistemas de tratamento.

No caso do tratamento individual, deve-se definir um local dentro de cada propriedade, de preferência próximo às pocilgas, respeitando as distâncias mínimas exigidas pela legislação, conforme descrito no item 2.3.4.

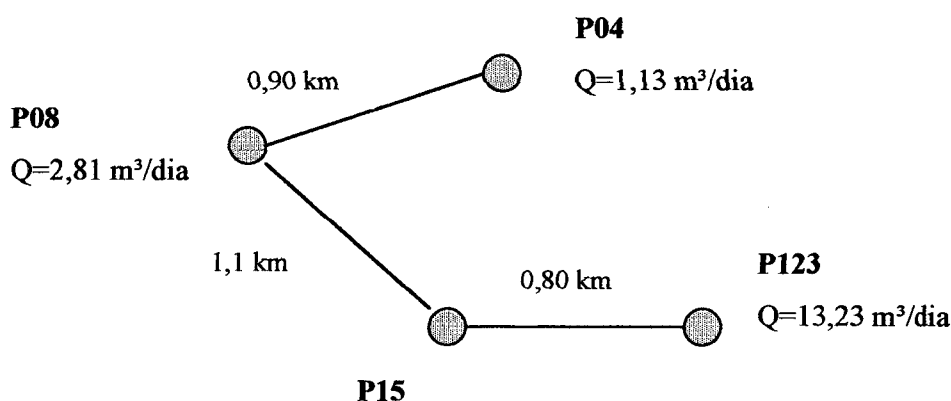
Para o tratamento coletivo, deve-se escolher preferencialmente, a localização que apresente o menor custo de transporte total. Para esta definição foi aplicada a “Teoria da Localização” (ver Capítulo III – Metodologia, item 3.5). De acordo com esta teoria, o momento de transporte considera a distância do local de tratamento e também a quantidade a ser transportada.

Portanto, neste estudo de caso, ao analisar a distribuição espacial das propriedades que apresentam excesso de dejetos (P4, P8 e P123), verifica-se que a melhor localização para um sistema de tratamento conjunto seria dentro da propriedade P123, por apresentar uma vazão a ser tratada muito superior que as demais.

Entretanto a propriedade P123 não possui terrenos aptos à construção de sistemas de tratamento que exijam grandes áreas, pois localiza-se em uma região de relevo bastante acidentado. Um ponto intermediário entre P8 e P123, inicialmente próximo a P15, seria interessante por apresentar terrenos aptos para a construção de lagoas e estar o mais próximo possível de P123 (ver ANEXO B, Mapa Fundiário e Viário e Planialtimétrico).

Serão analisados os seguintes locais para a estação de tratamento: P04, P08, P15 e P123.

A Figura 18 apresenta um esquema da localização das propriedades, as distâncias e as vazões a serem tratadas.



**FIGURA 18** Esquema de localização das propriedades com excesso de dejetos

A taxa T em reais para transportar 1 m³ a uma distância de 1 km, será calculada com base em um caminhão tanque com capacidade de 7.000 litros, a um custo de R\$ 26,00 a hora. Este é o equipamento mais utilizado em Outubro de 2001, nas vizinhanças do Distrito do Engenho Velho.

Considerando velocidades médias de 7 km/h com o tanque cheio e 12 km/h com o tanque vazio e um tempo médio para carregamento e manobras de 6 minutos, tem-se que T é igual a R\$1,24/m³.km.

Será considerada uma margem de segurança de 20% para as vazões de projeto, portanto as vazões serão as seguintes:

- P04 :  $Q = 1,36 \text{ m}^3/\text{dia}$ ;
- P08:  $Q = 3,37 \text{ m}^3/\text{dia}$ ;
- P123:  $Q = 15,88 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

As Tabelas 27 e 28 apresentam as matrizes de momento de transporte e de custos de transportes, respectivamente.

**TABELA 27** Matriz de Momento de Transporte

<div>Para De</div>	Localização em			
	P04	P08	P15	P123
P04	0	1,224 m³.km	2,720 m³.km	3,808 m³/km
P08	3,033 m³.km	0	3,707 m³.km	6,403 m³.km
P123	44,464 m³.km	30,172 m³.km	12,704 m³.km	0
TOTAL	47,497 m³.km	31,396 m³.km	19,131 m³.km	10,211 m³.km

**TABELA 28** Matriz de Custos de Transporte

<div>Para De</div>	Localização em:			
	P04	P08	P15	P123
P04	0	R\$ 1,52	R\$ 3,37	R\$ 4,72
P08	R\$ 3,76	0	R\$ 4,60	R\$ 7,94
P123	R\$ 55,14	R\$ 37,41	R\$ 15,75	0
TOTAL	R\$ 58,90	R\$ 38,93	R\$ 23,72	R\$ 12,66

Analisando as quatro alternativas conclui-se que o local que apresenta o menor momento de transporte e o menor custo de transporte é em P123, totalizando R\$ 12,66 por dia, confirmando a análise inicial. Porém, como P123 não apresenta um relevo apropriado para a construção de lagoas, a melhor alternativa para a estação é em P15.

Outra consideração é que os custos de transporte apresentados na Tabela 28 são teóricos, pois na prática é inviável fazer o transporte diário de pequenos volumes.

Portanto, para efeito de orçamento serão considerados os seguintes intervalos para o transporte de dejetos:

- P04: a cada 10 dias;
- P08: a cada 4 dias;
- P123: a cada 3 dias.

O excesso de P04 compreende uma vazão diária aproximada de  $1,36 \text{ m}^3$ , o que representa um volume de  $13,6 \text{ m}^3$  a cada 10 dias. Como a capacidade do caminhão tanque é de  $7 \text{ m}^3$ , serão necessárias 2 viagens/10 dias, ou 74 viagens/ano.

Considerando a taxa T de R\$  $1,24/\text{m}^3.\text{km}$ , tem-se para uma distância de 2 km da estação de tratamento, o custo de R\$  $1,24 \times 7\text{m}^3 \times 2\text{km} = \text{R\$ } 17,36$  por viagem. P04 terá um acréscimo aproximado de R\$ 1.300,00 por ano nas despesas de criação de suínos (plantel = 500, acréscimo de R\$ 2,60/ cabeça).

O excesso de P08 compreende uma vazão diária aproximada de  $3,37 \text{ m}^3$ , o que representa um volume de  $13,48 \text{ m}^3$  a cada 4 dias. Como a capacidade do caminhão tanque é de  $7 \text{ m}^3$ , serão necessárias 2 viagens/4 dias, ou 184 viagens/ano.

Considerando a taxa T de R\$  $1,24/\text{m}^3.\text{km}$ , tem-se para uma distância de 1,1 km da estação de tratamento, o custo de R\$  $1,24 \times 7\text{m}^3 \times 1,1\text{km} = \text{R\$ } 9,55$  por viagem. P08 terá um acréscimo aproximado de R\$ 1.800,00 por ano nas despesas de criação de suínos (plantel = 600, acréscimo de R\$ 3,00/ cabeça).

O excesso de P123 compreende uma vazão diária aproximada de  $15,88 \text{ m}^3$ , o que representa um volume de  $47,64 \text{ m}^3$  a cada três dias. Como a capacidade do caminhão tanque é de  $7 \text{ m}^3$ , serão necessárias 7 viagens/3 dias, ou 854 viagens/ano.

Considerando a taxa T de R\$  $1,24/\text{m}^3.\text{km}$ , tem-se para uma distância de 0,8 km da estação de tratamento, o custo de R\$  $1,24 \times 7\text{m}^3 \times 0,8\text{km} = \text{R\$ } 6,95$  por viagem. P123 terá um acréscimo aproximado de R\$ 6.000,00 por ano nas despesas de criação de suínos (plantel = 2000, acréscimo de R\$ 3,00/ cabeça).

A vazão total de dejetos a ser tratada para sanar o problema das microbacias: 29, 31 e 32 é de aproximadamente  $20 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

Considerando uma produção média de dejetos de  $7,5 \text{ l/dia}$  de um animal em terminação, esta vazão equivale a produção diária de 2667 suínos em terminação. O equivalente populacional de um suíno é igual a 3,50 pessoas, de acordo com SILVA (2000), sendo assim tem-se que esta vazão corresponde a um poder poluidor de uma população humana de aproximadamente 9300 pessoas.

A Tabela 29 apresenta os preços unitários estimados dos principais itens necessários à construção e operação dos sistemas analisados, bem como as respectivas fontes consultadas.

**TABELA 29** Tabela de preços unitários em reais (R\$) – Outubro/2001

Descrição	Unidade	Custo	Fonte
Preço máximo da terra agrícola de primeira na região de Concórdia	ha	2.479,00	ICEPA – Agroindicadores (www.icepa.com.br)
Manutenção mensal de sistemas de lagoas (não inclui monitoramento)	ha	400,00	CASAN – Regional de Itajaí
Escavação mecânica e acerto de taludes com retro escavadeira	m <sup>3</sup>	1,63	CIDASC – Florianópolis
Compactação mecanizada em áreas, sem o controle do grau de compactação (*)	m <sup>3</sup>	1,27	CASAN – GPR – Florianópolis
Alvenaria de tijolos maciços ½ vez	m <sup>2</sup>	24,16	CASAN – GPR Florianópolis
Chapisco comum	m <sup>2</sup>	1,73	CASAN – GPR Florianópolis
Emboço (cimento, cal e areia 1:2:6)	m <sup>2</sup>	7,27	CASAN – GPR Florianópolis
Concreto estrutural fck = 18 MPA	m <sup>3</sup>	146,54	CASAN – GPR Florianópolis
Aço CA-50	kg	2,39	CASAN – GPR Florianópolis
Formas de madeira comum	m <sup>2</sup>	13,86	CASAN – GPR Florianópolis
Forma plana, em chapa compensada resinada	m <sup>2</sup>	21,76	CASAN – GPR Florianópolis
Forma curva, em chapa compensada resinada	m <sup>2</sup>	39,17	CASAN – GPR Florianópolis
Impermeabilização betuminosa	m <sup>2</sup>	2,48	CASAN – GPR Florianópolis
Impermeabilização com lona SANSUI, espessura 0,8 mm (soldada, instalada e com frete incluso)	m <sup>2</sup>	9,70	AVESUY Equipamentos para Aves e Suínos Ltda., Xanxerê – SC
Caixa de água de fibra de vidro de 2.000 litros	un	456,05	CASAN – GPR Florianópolis
Caixa de água de fibra de vidro de 3.000 litros	un	569,29	CASAN – GPR Florianópolis

(\*) Para o orçamento será considerada uma compactação de 20 cm de altura, resultando em um custo de R\$ 0,25 por metro quadrado compactado.

4.6.3.1.Decantador de fluxo ascendente + lagoas de estabilização

A seguir serão apresentadas simulações para o tratamento individual e coletivo dos excedentes, utilizando o sistema composto por um decantador de fluxo ascendente seguido por lagoas de estabilização.

Todos os componentes foram dimensionados de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo III – Metodologia, item 3.6.

a) Solução individual para a propriedade P04

A Tabela 30 apresenta o pré-dimensionamento de um sistema de tratamento de dejetos de suínos individual para a propriedade P04.

A vazão média de projeto a ser tratada é de  $1,13 \text{ m}^3/\text{dia} \times 1,20 = 1,36 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

TABELA 30 Sistema de tratamento para P04: vazão média de  $1,36 \text{ m}^3/\text{dia}$

Componente	Tempo de detenção (dias)	Dimensões (m)	Volume (m³)	Área Superficial (m²)	Custo (R\$)
Decantador	1	0,63x1,89x1,35	1,36	0,80	690,00
Tanque (*)	1	-	2,00	-	456,00
LA1	30	4,70x9,65x2,20	40,80	45,36	518,00
LA2	20	4,30x8,20x2,20	27,20	35,26	395,00
LF1	15	3,60x8,85x1,00	20,40	31,86	350,00
LF2	15	3,60x8,85x1,00	20,40	31,86	350,00
LM	7	2,90x7,50x0,60	9,52	21,75	232,00
Total	89	-	121,68	166,89	2991,00

(\*) Caixa de água de fibra de vidro de 2.000 litros

Não serão calculados, neste caso, o custo da terra nem o transporte, pois o sistema será construído dentro da propriedade P04.

Para a manutenção do sistema, considerando o dobro da área superficial, tem-se uma despesa mensal de R\$ 13,30 (custo de R\$ 400,00/ha, de acordo com a CASAN – Tabela 29). Para efeito de orçamento será considerado um valor mínimo mensal de R\$ 22,50 para manutenção mensal, que equivale a uma hora de um trabalhador remunerado a salário mínimo. Aplicando uma taxa de juros de 15% ao ano para um horizonte de 10 anos, obtém-se um valor presente de R\$ 1.395,00.

Portanto este sistema individual apresenta um custo total de R\$ 4.386,00.

Este é o “Método do Valor Presente”, que será utilizado para a comparação dos projetos de investimentos.

**b) Solução individual para a propriedade P08**

A Tabela 31 apresenta o pré-dimensionamento de um sistema de tratamento de dejetos de suínos individual para a propriedade P08.

A vazão média a ser tratada é de  $2,81 \text{ m}^3/\text{dia} \times 1,20 = 3,37 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

**TABELA 31** Sistema de tratamento para P08: vazão média de  $3,37 \text{ m}^3/\text{dia}$

Componente	Tempo de detenção (dias)	Dimensões (m)	Volume (m³)	Área Superficial (m²)	Custo (R\$)
Decantador	1	0,97x2,91x1,48	3,37	1,88	1210,00
Tanque (*)	1	-	3,00	-	569,00
LA1	30	6,10x14,00x2,20	101,10	85,40	1015,00
LA2	20	5,40x11,80x2,20	67,40	63,72	744,00
LF1	15	5,10x13,35x1,00	50,55	68,10	760,00
LF2	15	5,10x13,35x1,00	50,55	68,10	760,00
LM	7	4,20x11,55x0,60	23,59	48,51	521,00
Total	89	-	299,56	335,71	5579,00

(\*) Caixa de água de fibra de vidro de 3.000 litros

Não serão considerados, neste caso, o custo da terra nem o transporte, pois o sistema será construído dentro da propriedade P08.

Para a manutenção do sistema, considerando o dobro da área superficial, tem-se uma despesa mensal de R\$ 26,86 (custo de R\$ 400,00/ha, de acordo com a CASAN – Tabela 29). Aplicando uma taxa de juros de 15% ao ano para um horizonte de 10 anos, obtém-se um valor presente de R\$ 1.665,00.

Portanto este sistema individual apresenta um custo total em termos de valor presente de R\$ 7.244,00.



c) Solução individual para a propriedade P123

A Tabela 32 apresenta o pré-dimensionamento de um sistema de tratamento de dejetos de suínos individual para a propriedade P123.

A vazão média a ser tratada é de  $13,23 \text{ m}^3/\text{dia} \times 1,20 = 15,88 \text{ m}^3/\text{dia}$ .

**TABELA 32** Sistema de tratamento para P123: vazão média de 15,88 m³/dia

Componente	Tempo de detenção (dias)	Dimensões (m)	Volume (m³)	Área Superficial (m²)	Custo (R\$)
Decantador	1	2,10x6,30x1,62	15,88	8,82	3435,00
Tanque	1	r=3,20,h=1,50	48,00	32,15	7240,00
LA1	30	10,70x27,70x2,20	476,40	296,39	3726,00
LA2	20	9,15x23,00x2,20	317,60	210,45	2612,00
LF1	15	9,90x27,80x1,00	238,20	275,22	3127,00
LF2	15	9,90x27,80x1,00	238,20	275,22	3127,00
LM	7	8,50x24,05x0,60	111,16	204,43	2215,00
Total	89	-	1445,44	1302,68	25482,00

Neste caso foi considerado o custo da terra e o de transporte, pois a propriedade P123 não possui terrenos aptos para a construção de lagoas.

O custo estimado da terra necessária para a construção do sistema, em local próximo a P15, é de R\$ 646,00.

Para a manutenção do sistema, considerando o dobro da área superficial, tem-se uma despesa mensal de R\$ 102,71 (custo de R\$ 400,00/ha, de acordo com a CASAN – Tabela 29). Aplicando uma taxa de juros de 15% ao ano para um horizonte de 10 anos, obtém-se um valor presente de R\$ 6.366,00.

Utilizando-se a mesma taxa de juros e horizonte de 10 anos para o custo de transporte a cada três dias de P123 para P15, tem-se um valor presente de R\$ 30.155,00.

Portanto este sistema individual apresenta um custo total em termos de valor presente de R\$ 62.649,00.

d) Solução coletiva

A Tabela 33 apresenta o pré-dimensionamento de um sistema de tratamento de dejetos de suínos coletivo para as propriedades P04, P08 e P123.

A vazão média a ser tratada é de 17,17 m³/dia x 1,20 igual a aproximadamente 20,00 m³/dia.

**TABELA 33** Sistema de tratamento coletivo: vazão média de 20 m³/dia

Componente	Tempo de detenção (dias)	Dimensões	Volume (m³)	Área Superficial (m²)	Custo (R\$)
Decantador	1	2,36x7,08x1,64	20,00	11,14	3900,00
Tanque	1	h=1,50, r=3,99	75,00	50,00	8790,00
LA1	30	11,75x30,80x2,20	600,00	361,90	4579,00
LA2	20	10,00x25,50x2,20	400,00	255,00	3189,00
LF1	15	11,00x31,00x1,00	300,00	341,00	3882,00
LF2	15	11,00x31,00x1,00	300,00	341,00	3882,00
LM	7	9,45x27,00x0,60	140,00	255,15	2767,00
Total	89		1835,00	1615,19	30989,00

Neste caso também foi considerado o custo da terra e do transporte de dejetos para P15.

O custo estimado da terra necessária para a construção do sistema, em local próximo a P15, é de R\$ 801,00.

Para a manutenção do sistema, considerando o dobro da área superficial, tem-se uma despesa mensal de R\$ 129,00 (custo de R\$ 400,00/ha, de acordo com a CASAN – Tabela 29). Aplicando uma taxa de juros de 15% ao ano para um horizonte de 10 anos, obtém-se um valor presente de R\$ 8.000,00.

Utilizando este mesmo critério para o custo de transporte de P04, P08 e P123 para P15 (semanal de P04 e P08 e a cada três dias de P123) obtém-se um valor presente de R\$ 46.082,00.

Portanto este sistema coletivo apresenta um custo total em termos de valor presente de R\$ 85.872,00.

### e) Análise das alternativas

A Tabela 34 apresenta uma comparação entre os sistemas analisados.

**TABELA 34** Comparação entre os sistemas analisados

Sistema	Vazão de projeto (m³/dia)	Vazão total no período de 10 anos (m³)	Custo total Do sistema (R\$)	Custo total do m³ tratado em 10 anos (R\$/m³)	Custo do m³ tratado em 10 anos sem o transporte (R\$/m³)
P04	1,36	4.964,00	4.386,00	0,88	0,88
P08	3,37	12.300,50	7.244,00	0,59	0,59
P123	15,88	57.962,00	62.649,00	1,08	0,56
Coletivo	20,00	73.000,00	85.872,00	1,18	0,55

Os resultados obtidos nos tratamentos individuais de P04 e P08, R\$ 0,88 e R\$ 0,59 respectivamente, indicam que é possível obter uma economia de escala na construção e operação deste tipo de sistema de tratamento utilizado, composto por um decantador e um conjunto de lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação, pois o custo do m³ tratado de P08 é em torno de 33 % inferior ao de P04.

Já os resultados dos tratamentos individual de P123 e o coletivo, R\$ 1,08 e R\$ 1,18 respectivamente, demonstram que ao adicionar o custo de transporte, o custo do sistema sofre um grande aumento, alcançando valores 83 % (P123) e 100 % (coletivo) superiores ao custo do tratamento individual de P08.

A coluna “custo do m³ tratado sem o transporte” apresenta os custos do tratamento por metro cúbico, desconsiderando o valor do transporte, mas mantendo o valor da terra. Estes dados demonstram que o custo da terra não influencia significativamente o custo dos sistemas, pois mesmo mantendo-o, ainda pode-se perceber a economia de escala.

No próximo item serão analisados custos de sistemas alternativos de tratamento, com o objetivo de avaliar outras tecnologias que reduzam ou eliminem o custo da terra e o custo de transporte.

4.6.3.2.Sistemas alternativos

Neste item serão analisados custos de sistemas alternativos para o tratamento de dejetos de suínos, disponíveis no mercado.

Cabe ressaltar que, com exceção do decantador de fluxo ascendente e do reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), as demais tecnologias aqui apresentadas não apresentam informações consolidadas na área científica para o tratamento de dejetos de suínos. São sistemas em desenvolvimento ou sistemas já consolidados somente no tratamento de esgotos domésticos.

Estes orçamentos têm como objetivo, estimar custos de alguns sistemas de tratamento de dejetos de suínos mais sofisticados, para que sejam comparados com os custos das lagoas convencionais, calculados no item anterior.

a) Decantador de fluxo ascendente + UASB para a propriedade P123

A propriedade P123 localiza-se em uma área imprópria para a construção de sistemas que exijam grande disponibilidade de área. Por este motivo, e pelo alto custo de transporte dos dejetos, será analisada uma solução que possa ser instalada dentro da propriedade P123, com a menor necessidade de área possível.

O decantador de fluxo ascendente também será utilizado neste sistema, como tratamento preliminar, para separar a parte sólida da parte líquida dos dejetos de suínos.

Os equipamentos foram pré-dimensionados de acordo com a metodologia apresentada no Capítulo III, item 3.6.2.

O orçamento do reator UASB e do reator aeróbio apresentado a seguir (Tabela 35) foi fornecido pela empresa EEA em Julho de 2001- ver ANEXO F.

TABELA 35 Orçamento de um sistema de tratamento para a propriedade P123 - UASB

Componente	TDH (horas)	Volume (m³)	Custo (R\$)
Tanque	24	16,00	2.900,00
Decantador	24	15,88	3.435,00
UASB 30	36	30,00	33.250,00
BIO 30	36	30,00	23.500,00
DECANT 15	18	15,00	11.200,00
Bomba para retorno de lodo (3 HP)	-	-	1.150,00
Aerador tipo spiral air (2HP)	-	-	2.100,00
Total	120	91,88	77.535,00

Caso seja construído em concreto, um reator UASB com capacidade para 30 m<sup>3</sup> custaria aproximadamente R\$ 9.000,00 (orçado com base na Tabela 29).

Este tipo de sistema necessita do trabalho diário de ½ período de um operador. Considerando este custo de R\$ 90,00 (1/2 salário mínimo) por mês e uma taxa de juros de 15% ao ano durante de 10 anos, obtém-se um valor presente de R\$ 5.580,00.

A estes custos devem ser adicionados os custos de 1 ano de assessoria de partida, monitoramento e operação do sistema, que conforme orçamento da empresa EEA Ltda. totalizam R\$ 18.000,00.

O consumo mensal de energia elétrica para o funcionamento ininterrupto do aerador de 2 HP é de aproximadamente 1074 kWh. O custo do kWh rural acima de 500 kWh é de R\$ 0,13087 (CELESC - Junho de 2001). Portanto a despesa mensal de energia elétrica será de R\$ 140,55. Utilizando a mesma taxa de juros e um horizonte de 10 anos, tem-se um valor presente de R\$ 8.712,00.

Portanto o custo total para a implantação e manutenção deste sistema será de R\$ 109.827,00, utilizando o UASB em fibra de vidro, e de R\$ 85.577,00 com o UASB construído em concreto.

Este valor pode ser reduzido, caso haja pessoal capacitado para a fase de partida do sistema e monitoramento, nas empresas ou entidades envolvidas no projeto de recuperação da microbacia.

No caso do sistema de lagoas estes custos não foram incluídos por tratar-se de tecnologia já bastante difundida na região. Cabe aqui ressaltar que também há a necessidade de monitoramento constante nas lagoas, para verificar a eficiência de remoção das substâncias poluidoras, e este custo não foi incluído nos orçamentos.

Em relação a esta alternativa observa-se que:

- A análise de eficiência obtida em reatores do tipo UASB tem demonstrado que seu efluente final ainda contém altas concentrações de DBO<sub>5</sub>, nitrogênio e fósforo, havendo portanto a necessidade de etapas posteriores de tratamento para alcançar níveis aceitáveis destes parâmetros.

- A vantagem da utilização de um reator UASB em conjunto com um sistema de lagoas é a redução significativa de DBO<sub>5</sub>. Os níveis de nitrogênio e fósforo são praticamente os mesmos do sistema sem a presença de um UASB.

- A utilização do sistema compacto completo, comercializado pela empresa EEA, também apresenta um alto custo para o suinocultor. Com um reator UASB em concreto, esta alternativa apresenta um custo de tratamento para uma vazão de 15,88 m<sup>3</sup>/dia, em um período

de 10 anos, de R\$ 1,48/m³. Com o equipamento em fibra de vidro, este custo aumenta para R\$ 1,90/m³.

- Esta alternativa é economicamente pior que a alternativa das lagoas, que apresenta um custo de R\$ 1,08/m³ mesmo com a utilização do transporte.

**b) Sistema Dalquim de tratamento de resíduos animais**

O Sistema Dalquim está descrito no Capítulo III – Metodologia, item 3.6.2.

A empresa Dalquim forneceu em Junho de 2001, os custos estimados para o tratamento de uma vazão de 30 m³/dia, apresentados na Tabela 36 a seguir – ver ANEXO F.

**TABELA 36** Custos estimados dos investimentos iniciais para uma vazão de 30 m³/dia

Descrição	Custo (R\$)
Elaboração do projeto e monitoramento	5.000,00
Equipamentos	30.000,00
Infra-estrutura (tanque, lagoas, esterqueira)	4.340,00
Total	39.340,00

Ainda segundo a Empresa Dalquim, a estes custos devem ser adicionadas despesas mensais referentes ao consumo de energia, aquisição de catalisadores e mão de obra para a operação do sistema, que totalizam em R\$ 482,00. Utilizando uma taxa de 15% ao ano em um período de 10 anos, obtém-se um valor presente de R\$ 29.876,00.

Portanto este sistema apresenta um custo total em termos de valor presente de R\$ 69.216,00.

Considerando a vazão diária de 30 m³, tem-se para um período de 10 anos uma vazão total de 109.500 m³.

Este sistema apresenta um custo de tratamento para um período de 10 anos de R\$ 0,63/m³, para a vazão de 30 m³.

Para vazões menores, o custo total deste sistema não reduz significativamente, pois as únicas parcelas de peso que sofrem alterações são a infra-estrutura e parte da despesa mensal, correspondente a energia elétrica e catalisadores.

Para comparar o custo do Sistema Dalquim, com os demais analisados anteriormente, será considerada para uma vazão de 15,88 m³ (propriedade P123), a metade do custo da infra-

estrutura para 30 m<sup>3</sup>, e uma redução de 50 % no consumo da energia e catalisadores, totalizando portanto R\$ 55.207,00.

Assim, tem-se para uma vazão diária de 15,88 m<sup>3</sup>, um custo estimado de tratamento para um período de 10 anos de R\$ 0,95/m<sup>3</sup>.

Para vazões menores o custo aumenta ainda mais, pois contando somente com o valor do investimento inicial, tem-se para uma vazão de 3,50 m<sup>3</sup>/dia, um custo estimado de tratamento para um período de 10 anos de R\$ 3,08/m<sup>3</sup>.

Nesta alternativa verifica-se que:

- Os dados apresentados na Tabela 13 indicam que o Sistema Dalquim apresenta uma eficiência igual ou superior ao sistema analisado no item 4.6.3.1, composto pelo decantador e lagoas, cuja eficiência encontra-se na Tabela 11.

- A vantagem da utilização do Sistema Dalquim é a redução da área necessária para o empreendimento. De acordo com o Comunicado Técnico 284 da Embrapa Suínos e Aves (Abril de 2001), pode-se obter reduções de 50 % na área das lagoas, quando comparadas ao dimensionamento na forma tradicional.

- Esta alternativa, para uma vazão de 15,88 m<sup>3</sup>/dia (propriedade P123), apresenta um custo de tratamento para um período de 10 anos de R\$ 0,95/m<sup>3</sup>, caso a propriedade P123 possua área suficiente para o empreendimento. Seria uma alternativa economicamente melhor quando comparada à analisada anteriormente (lagoas + transporte), a qual apresenta um custo de R\$ 1,08/m<sup>3</sup>.

### **c) Análise dos sistemas alternativos**

A Tabela 37 apresenta uma síntese da eficiência de remoção dos sistemas analisados para a propriedade P123.

**TABELA 37** Síntese da eficiência de remoção dos sistemas analisados para a propriedade P123

Sistema	DBO <sub>5</sub> (%)	DQO (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (%)
Decantador + Lagoas (1)	95,20	-	88,23	92,09
UASB (2)	85,00	-	16,00	39,00
Sistema Dalquim (3)	-	98,20	88,00	97,00

- (1) Fonte: DARTORA et al. (1998) e DELAVÉQUIA (2000).  
(2) Pela falta de informações, considerou-se apenas as remoções obtidas no efluente do decantador e do UASB. Fonte: DARTORA et al. (1998) e CARMO (1998).  
(3) Fonte: CT 284 – Embrapa Suínos e Aves (ANEXO D).

A Tabela 38 apresenta as vantagens e desvantagens dos sistemas analisados para a propriedade P123.

**TABELA 38** Vantagens e desvantagens dos sistemas analisados para a propriedade P123 – vazão de 15,88 m³/dia

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Decantador + Lagoas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Consolidado;</li><li>- Baixo investimento inicial;</li><li>- Baixo custo de manutenção;</li><li>- Operação mais simples;</li><li>- Baixa formação de lodo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Necessidade de grandes áreas para implantação.</li></ul>
Sistema Dalquim	<ul style="list-style-type: none"><li>- Em fase de consolidação;</li><li>- Redução da área necessária para o empreendimento, quando comparado às lagoas convencionais;</li><li>- Produção de biofertilizante e biogás que podem auxiliar na amortização do investimento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Investimento inicial maior quando comparado às lagoas convencionais;</li><li>- Operação mais difícil em relação às lagoas convencionais;</li><li>- Manutenção mais cara (energia elétrica e catalisadores).</li></ul>
UASB + BIO30	<ul style="list-style-type: none"><li>- Redução da área necessária ao empreendimento;</li><li>- A produção de biofertilizante e biogás podem auxiliar na amortização do investimento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Não há instalações em escala real para tratamento de dejetos de suínos em Santa Catarina;</li><li>- Investimento inicial alto;</li><li>- Operação mais difícil em relação às lagoas convencionais;</li><li>- Manutenção mais cara (energia elétrica).</li></ul>



A Tabela 39 apresenta a comparação de custos entre os sistemas analisados para a propriedade P123.

**TABELA 39** Comparação entre o sistema de lagoas e sistemas alternativos para a propriedade P123 – vazão de 15,88 m³/dia

Sistema	Custo total (R\$)	Custo/m³ tratado no período de 10 anos (R\$/m³)
Decantador + Lagoas	32.494,00	0,56
Decantador + Lagoas, Incluindo transporte a 800 m	62.649,00	1,08
Sistema Dalquim	55.207,00	0,95
UASB concreto + BIO 30	85.577,00	1,48
UASB 30 + BIO 30	109.827,00	1,90

Os dados apresentados indicam que a tecnologia para tratamento de dejetos de suínos que apresenta a menor necessidade de investimento é o sistema composto pelo decantador e lagoas, R\$ 0,56/m³.

Porém, ao adicionar o custo do transporte dos dejetos, utilizando um caminhão tanque de 7.000 l, a uma distância de 800 m, o custo do metro cúbico tratado em um período de 10 anos sofre um acréscimo de 93 %, chegando a R\$ 1,08/m³.

O custo dos sistemas alternativos, considerando que serão instalados dentro da propriedade P123, são superiores àqueles encontrados no sistema convencional, composto pelo decantador e lagoas, alcançando valor 240 % superior aos R\$ 0,56/m³.

O sistema alternativo mais atrativo economicamente, é o sistema proposto pela Dalquim, que apresenta um custo 70 % superior ao do tratamento convencional, mas encontra-se abaixo dos R\$ 1,08/m³ quando adicionado o transporte à distância de 800 m.

**4.7. Aplicando as informações obtidas na Bacia dos Fragosos**

Até o presente momento, toda a análise de custos para a recuperação das áreas degradadas por dejetos de suínos foi conduzida nas propriedades da microbacia 29 e em duas microbacias adjacentes, a 31 e 32.

Com o intuito de analisar a aplicabilidade das informações obtidas no restante da Bacia dos Fragosos, serão apresentados a seguir, dados referentes ao excesso de dejetos de todas as microbacias que a compõem.

A Tabela 40, apresenta uma estimativa do excesso ou déficit anual de dejetos de suínos, por microbacia, baseado na Tabela 15, apresentada no início deste capítulo.

Segundo a Tabela 40 a microbacia 22 apresenta um excesso anual de 16.875 m³ de dejetos, o que corresponde a uma vazão diária de aproximadamente 46 m³/dia. A microbacia 19 também apresenta um excesso diário nesta magnitude: 39 m³/dia.

As demais microbacias possuem excessos em proporções menores, que variam de 20 m³/dia a 0,4 m³/dia.

**TABELA 40** Déficit/excesso anual de dejetos de suínos nas microbacias componentes da Bacia dos Fragosos

Microbacia	Déficit/excesso (m³)	Microbacia	Déficit/excesso (m³)
22	16.875	30	270
19	14.220	24	135
16	7.290	21	-360
12	7.065	7	-405
29	5.805	11	-630
6	5.445	15	-675
18	4.950	2	-765
25	4.275	26	-765
23	3.330	9	-810
10	3.060	32	-810
28	2.475	4	-990
1	2.151	3	-1.206
17	1.125	14	-1.755
27	945	20	-1.980
13	540	8	-3.150
5	378	31	-3.465
		TOTAL	62.568

Fonte: Adaptado de CIRAM – EPAGRI (2000)

De acordo com a listagem de propriedades apresentada no trabalho de SILVA (2000), a propriedade P172 localizada na microbacia 22, é a segunda maior produtora de dejetos de suínos em toda a Bacia dos Fragosos, ficando atrás apenas da propriedade P123, e sua produção diária estimada é de 16,8 m³, muito próximo da vazão de projeto de P123, 15,88m³/dia.

Portanto pode-se afirmar que os custos para o tratamento dos dejetos encontrados no detalhamento da microbacia 29, podem ser aplicados em toda a bacia, nas faixas de vazão entre 1,36 m³/dia e 15,88 m³/dia, referentes as propriedade P04 e P123, respectivamente.

Para estimar o investimento necessário para o tratamento do excesso de dejetos de toda a Bacia dos Fragosos, pode-se aplicar os custos de tratamento dos dejetos por metro cúbico, para um período de dez anos, encontrados na análise da propriedade P123 (Tabela 41).

**TABELA 41** Custos estimados para o tratamento dos dejetos da Bacia dos Fragosos

Sistema	Custo/m³ tratado no período de 10 anos (R\$/m³)	Custo total do tratamento para a Bacia dos Fragosos para um período de 10 anos
Decantador + Lagoas	0,56	350.380,80
Decantador + Lagoas, Incluindo transporte a 800 m	1,08	675.734,40
Sistema Dalquim	0,95	594.396,00
UASB concreto + BIO 30	1,48	926.006,40
UASB 30 + BIO 30	1,90	1.188.792,00

Na melhor das hipóteses, o tratamento do excesso de todas as propriedades através do sistema composto pelo decantador e lagoas, apresenta um valor estimado em R\$ 350.380,80.

Cabe ressaltar que em todas as alternativas está incluída a economia de escala, pois para vazões menores, os custos unitários aumentam. Como exemplo pode-se citar o Sistema Dalquim, que utilizado para tratar uma vazão de 3,5 m³/dia apresenta um custo de R\$ 3,08/m³, o que totalizaria R\$ 1.927.094,00 para toda a bacia. Outro ponto a destacar é que a maioria das propriedades da Bacia dos Fragosos não possuem terrenos aptos para a construção de lagoas.

Além disso, nestas estimativas não estão consideradas: a margem 20 % superior para a vazão de projeto e a receptividade das propriedades vizinhas, nem sempre possíveis.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

#### **5.1 Conclusões**

A principal dificuldade enfrentada para o desenvolvimento deste trabalho, foi a escassez de informações cadastrais por propriedade rural, na Região Oeste Catarinense. SILVA (2000) gerou mapas temáticos com informações gerais da Bacia dos Fragosos, o que permitiu a análise, em particular, da microbacia 29. Porém, foram as ortofotocartas fornecidas pela GERASUL, contendo a delimitação das propriedades, que possibilitaram a sua concretização.

As ortofotocartas em escala 1:10.000 supriram em grande parte as necessidades da pesquisa. Mas somente um Cadastro Técnico Multifinalitário Rural, contendo mapas atualizados em escala 1:2.000, permitiria a verificação do posicionamento das instalações suínolas, com relação a legislação vigente, sem a necessidade de intenso trabalho de campo. Como o objetivo deste trabalho não era a confecção do cadastro, mas sim de demonstrar a importância de suas informações no manejo dos dejetos de suínos, optou-se em utilizar o material existente e considerar que as instalações estavam respeitando a legislação.

A atualização das informações em um processo de análise ambiental é imprescindível, pois alguns fatores sócio econômicos podem alterar completamente o grau de poluição do local, em um curto espaço de tempo.

Os suinocultores da microbacia piloto estão conscientes dos problemas ambientais que podem ser causados pelo manejo inadequado dos dejetos de suínos. Porém, dos seis suinocultores desta microbacia, apenas um deles possui sistema de armazenamento

compatível com o período mínimo de 120 dias de estocagem, recomendado pela FATMA e pela EPAGRI. Conforme descrito no item 2.3, o manejo de dejetos de suínos compreende todas as atividades técnicas que permitem sua correta utilização e destino apropriado, evitando sobrecargas no solo ou processos de poluição hídrica pontual ou difusa, pela contaminação de corpos receptores ou do lençol freático.

A utilização de dejetos de suínos nas lavouras é prática comum na microbacia. A doação de dejetos excedentes para os vizinhos também ocorre, porém, sem planejamento.

Perante os atuais preços do fertilizante químico e da hora do caminhão tanque, a utilização de dejetos de suínos neste estudo de caso é muito vantajosa, mesmo com baixos teores de matéria seca, pois o preço médio ponderado de R\$ 1,10/kg de nutrientes é muito maior que o custo de transporte e aplicação por Kg de NPK, para qualquer densidade, considerando um raio de 600 m (distância máxima das lavouras das propriedades da microbacia 29).

O custo do transporte de dejetos de uma propriedade para outra, a distâncias de até 4 km, não inviabiliza a utilização dos dejetos de suínos como fertilizante. Com exceção do dejetos com 0,49 % de matéria seca, todos os demais casos apresentados na Tabela 21 apresentam custo inferior ao preço médio de R\$1,10/kg de NPK. Cabe ressaltar que o transporte de dejetos a distâncias maiores que 4 km, exige uma grande disponibilidade de equipamento, pois o caminhão tanque levaria aproximadamente uma hora para completar o percurso.

A capacidade de carga para receber dejetos de suínos revela que a microbacia 29 não apresenta problemas de poluição, pois possui áreas aptas suficiente para receber os dejetos produzidos com certa folga. Infelizmente, apesar da microbacia apresentar uma ótima fisiografia, principalmente quando comparada às demais, vários proprietários não são candidatos a receber este excesso de dejetos, por diversas razões: utilizam cama de aviário, não suportam os dejetos de suínos (conflitos entre vizinhos), famílias aposentadas que só exercem atividade de subsistência ou a propriedade está inativa. Portanto, teoricamente esta microbacia poderia estar em equilíbrio com relação aos dejetos, porém na prática está com excesso de dejetos.

Com relação a capacidade de armazenamento das esterqueiras, sugere-se que caso o volume atual atenda a demanda da propriedade e de seus vizinhos receptores, poderá permanecer com este volume, contanto que os excedentes sejam enviados para o sistema de tratamento. Mesmo com este enfoque, com exceção da propriedade P05, todas as demais necessitam ampliar os seus sistemas de armazenamento. O custo total estimado para estas reformas na microbacia 29 é de R\$ 7.245,00.

A análise do sistema de tratamento composto por um decantador de fluxo ascendente + lagoas de estabilização LA1, LA2, LF1, LF2 e LM, demonstra que o efluente deste sistema não atinge os padrões impostos pela legislação. Porém sugere-se que após o início de operação da(s) estação(ões) piloto, estes parâmetros sejam monitorados periodicamente. Assim, caso haja a necessidade de tratamento adicional, este poderá ser projetado com maior precisão. Outra alternativa seria a reutilização do efluente final das lagoas para a limpeza de baias.

Os custos totais dos sistemas de tratamento compostos pelo decantador de fluxo ascendente + lagoas de estabilização LA1, LA2, LF1, LF2 e LM demonstram que a economia de escala que poderia ser alcançada no tratamento coletivo, fica totalmente prejudicada pelos custos de transporte para a centralização dos dejetos. A propriedade P123 também ficou prejudicada, por não possuir terrenos favoráveis para a implantação das lagoas. Sendo assim, o custo da terra e do transporte foram somados aos custos de construção, o que elevou o custo total deste sistema para P123.

A utilização de reatores do tipo UASB deve ser complementada com tratamento posterior, principalmente para a remoção de Nitrogênio e Fósforo. Na falta de terrenos aptos para a construção econômica de lagoas, a opção para o tratamento complementar é a utilização de sistemas aeróbios aerados mecanicamente, porém não foram encontradas referências deste tipo de sistema com alimentação contínua para dejetos de suínos. Um orçamento fornecido pela empresa EEA, indicando um sistema compacto completo, demonstra que esta solução apresenta um alto custo para o suinocultor. Com um reator UASB em concreto, esta alternativa apresenta um custo de tratamento para um período de 10 anos de R\$ 1,48/m<sup>3</sup>. Com o equipamento em fibra de vidro, este custo aumenta para R\$ 1,90/m<sup>3</sup>. Este custos foram calculados para uma vazão de 15,88 m<sup>3</sup>/dia. Esta alternativa é

economicamente pior que a alternativa das lagoas, que apresentam custos de R\$ 1,08/m<sup>3</sup> e R\$ 0,56/m<sup>3</sup>, com e sem a inclusão do transporte a uma distância de 800m, respectivamente.

O Sistema Dalquim apresenta uma eficiência igual ou superior ao sistema composto pelo decantador e lagoas e possui a vantagem da redução de área necessária para o empreendimento. De acordo com o Comunicado Técnico 284 da Embrapa Suínos e Aves (Abril de 2001), pode-se obter reduções de 50 % na área das lagoas, quando comparadas ao dimensionamento na forma tradicional. Esta alternativa, para uma vazão de 15,88 m<sup>3</sup>/dia, apresenta um custo de tratamento para um período de 10 anos de R\$ 0,95/m<sup>3</sup>, caso a propriedade possua área suficiente para o empreendimento. Seria uma alternativa economicamente melhor que o tratamento composto pelo sistema de lagoas adicionado a necessidade de transporte, que apresenta um custo de R\$ 1,08/m<sup>3</sup>.

A análise do excesso de dejetos das demais microbacias componentes da Bacia dos Fragosos, indicaram que os estudos realizados na microbacia 29 podem ser replicados nas demais, consideradas algumas particularidades. Os excessos diários totais de cada microbacia situam na faixa de 0,4 m<sup>3</sup> a 46 m<sup>3</sup>/dia. A propriedade P172 localizada na microbacia 22, é a segunda maior produtora de dejetos de suínos em toda a Bacia dos Fragosos, ficando atrás apenas da propriedade P123, e sua produção diária estimada é de 16,8 m<sup>3</sup>, muito próximo da vazão de projeto de P123, 15,88m<sup>3</sup>/dia.

Acredita-se que este trabalho alcançou o objetivo inicial de oferecer um instrumento para a Gestão Ambiental da Bacia dos Fragosos, pois as informações aqui contidas podem direcionar a tomada de decisão dos diversos atores da bacia. Os gestores da bacia em conjunto com os suinocultores, podem alterar o futuro da atividade, decidindo pela implantação de determinada tecnologia para o tratamento do excessos de dejetos, sobre quem recairão os custos envolvidos ou até mesmo em uma readequação do plantel à capacidade de carga da propriedade.

## 5.2 Recomendações

Colocar em prática o levantamento conservacionista de propriedades rurais iniciado no Projeto Microbacias (SANTA CATARINA, 1994), pois somente com informações por propriedade será possível o planejamento global da microbacia, de acordo com a aptidão de uso das terras de cada propriedade.

Desenvolver um Cadastro Técnico Multifinalitário Rural para o Estado de Santa Catarina, a partir das informações do levantamento conservacionista de propriedades rurais.

Acompanhar o crescimento do plantel de cada suinocultor. Fazer um balanço dos dejetos de suínos intra e inter-propriedades.

Antes da execução de um projeto piloto baseado nos resultados deste estudo de caso, convém monitorar a produção e a utilização dos dejetos de suínos de cada propriedade da microbacia 29, visto que foram utilizados valores teóricos para calcular a vazão excedente das propriedades.

Para utilizar a metodologia de planejamento de manejo de dejetos de suínos desenvolvida neste trabalho nas demais microbacias componentes da Bacia dos Fragosos, deve-se adaptar as condições particulares de cada trecho escolhido, principalmente no que refere-se: ao relevo, ao tamanho e distribuição das propriedades, a malha viária, aos equipamentos de distribuição dos dejetos e a possibilidade de canalização dos dejetos excedentes.

Fazer um estudo detalhado sobre a produção do lodo e o aproveitamento do biogás produzido no reator UASB alimentado com dejetos de suínos, buscando um retorno financeiro para amortização do investimento. Conduzir também esta análise para o lodo produzido no Sistema Dalquim. Estas análises devem incluir estudos para colocação do produto no mercado, no caso dos fertilizantes.

Estudar a viabilidade da aplicação de sistemas aeróbios com alimentação contínua de dejetos de suínos, para complementar o sistema anaeróbio na remoção de nutrientes.



## CAPÍTULO 6

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. M.; MELO, C. F. M.; WISNIEWSKI, A. *Biogás: uma alternativa no meio rural*. EMBRAPA-CPATU, Belém, 1980, 23p.
- ASAE. *Manure production and characteristics*. St. Joseph/MI: Agricultural Sanitation and Waste Management Committee, 1993.
- BALDISSERA, I. T. *Utilização do esterco de suínos como fertilizante*. Chapecó: EMPASC, 1991. 5p. Apostila.
- BELLI Fº, P. *Stockage e Todeurs des Dejections Animales, Cas du Lisier de Porc*. Thèse de Doctorat de L'Université de Rennes I. France. 1995.
- BITENCOURT, L. R. & LOCH, C. O uso de séries históricas de fotografias aéreas para o monitoramento físico-espacial de propriedades rurais visando a avaliação da legalidade das posses. In: *3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC/98. Anais*. Florianópolis. 1998.
- BOGO, J. M. *O Sistema de Gerenciamento Ambiental segundo a ISO 14001 como inovação tecnológica na organização*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998. 143p.
- BRASIL *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho* / editado por Jurij Sobestiansky; Ivo Wentz; Paulo R. S. da Silveira; Luiz A. C. Sesti – Brasília : Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. 388p.
- BRENA, D. A. *Inventário Florestal Nacional: proposta de um sistema para o Brasil*. Tese de Doutorado em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1995.
- BRESSAN, D. A. A gestão racional dos ecossistemas. In: *Ciência & Ambiente - Ano III, nº 4*, Janeiro/Junho de 1992. p.33-53.

- BURTON, C. H. Processing strategies for farm livestock slurries – an EU collaboration. In: *Ingénieries*, Cachan, p.5-10, 1996. Número especial.
- CÁNEPA, E. M. A gestão dos recursos hídricos sob a perspectiva da economia ambiental. In: *Ciência e Ambiente* – Ano III, nº 4, Janeiro/Junho de 1992. p 55-68.
- CARMO, G. N. R. *Aplicabilidade do reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) para o tratamento de resíduos líquidos da suinocultura*. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998. 69p.
- CARNEIRO, A. F. T. & PAULINO, L. A. Atualização da carta cadastral urbana. In: *3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC/98. Anais*. Florianópolis, 1998.
- CHERNICHARO, C. A. L. *Reatores anaeróbios*. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias v. 5. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 1997. 247p.
- CHERNICHARO, C. A. L. *Tratamento anaeróbio de esgotos sanitários*. Cuiabá, Universidade Federal de Mato Grosso. Apostila. 1994.
- CLARK, J. R. *Integrated management of coastal zones*. FAO Fisheries Technical Paper, n. 327. 1992.
- COELHO, C. H. *A questão ambiental dentro das indústrias de Santa Catarina: uma abordagem para o segmento industrial têxtil*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. *Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3. Ed. Passo Fundo, SBSC-Núcleo Regional Sul, 1994. 223p.
- COMMITTEE OF NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. *Guidelines for pork producers for use to preserve environmental quality*. Dakota: Dakota State University, 1981.
- DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. Manejo de dejetos suínos. In: *Boletim Informativo de Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul*, março 1998, ano 7, nº11. Porto Alegre: EMBRAPA-CNPSA & EMATER/RS, 1998, 41p.
- DELAVÉQUIA, M. A. *Avaliação de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos de suínos*. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000. 180p.

- DEUTSCHLAND. Federal Ministry for the Environment, *Environmental Policy German for Sustainable Development*. Bonn, 1994. 141p.
- DIEGUES, A. C. Desenvolvimento sustentado, gerenciamento ambiental e o de recursos naturais. In: *Cadernos FUNDAP*, São Paulo, jun./1989. p.33-45.
- DONAIRE, D. *Gestão Ambiental na Empresa*. Editora Atlas. São Paulo, 1995. 134p.
- EPAGRI. *Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos*. Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. 106p.
- EZIGBALIKE, I. C. & BENWELL, G. L. Cadastral Reform - At What Cultural Costs to Developing Countries? In: *Administering our Land. An anthology of cadastral issues in Australia*. Cadastral and Land Management Commission of Institution of Surveyors. Australia Inc. 1998.
- FEDERAL ENVIRONMENTAL AGENCY (Berlin, Germany). *Sustainable development in Germany: progress and prospects*. Berlin: Erich Schmidt, 1998, 344p.
- FELDENS, L. P. *A dimensão ecológica da pequena propriedade no Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 1989. 154p.
- FUNDAÇÃO CETEC *Estado da arte da digestão anaeróbia*. Belo Horizonte, 1982. 1 v. (Série de publicações técnicas, nº5). 100p.
- GERMAN AGENCY FOR TECHNICAL COOPERATION & BREMEN SENATE FOR ECONOMIC AFFAIRS AND FOREIGN TRADE. *Report on International Biogas – Workshop*. Bremen, May 16<sup>th</sup>-20<sup>th</sup>, 1979.
- GOSMANN, H. A. *Estudos comparativos com biosterqueira e esterqueira para armazenamento e valorização dos dejetos de suínos*. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.
- GREEN, J. H. & KRAMER, A. *Food processing waste management*. Westport: Avi Publishing Company, 1979, 629p.
- GUITVANT, J. Atores e arenas na construção de uma rede para o controle da poluição por dejetos suínos no Estado de Santa Catarina. In: *Workshop sobre dejetos suínos. Concórdia – SC. Anais*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. 92p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 57).
- HAHNE, J.; BECK, J.; OECHSNER, H. Management of livestock manure in Germany – a brief overview. In: *Ingénieries*, Cachan, 1996 p.11-22. Número especial.

- HENSSEN, J. L. G. Cadastre: indispensable for development. In: *ITC Journal*, 1990-1. p32-39.
- IAP Instituto Ambiental do Paraná, *Cadastro Técnico Rural, Manual Operacional*. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995. 51 p.
- IBGE *Censo demográfico* – 1991; Santa Catarina. Rio de Janeiro: 1994. n.23.
- IBGE *Censo demográfico*; Santa Catarina. Rio de Janeiro: 1983. (IBGE. 9. Recenseamento Geral do Brasil – 1980, v.1, t.4, n.21).
- ICEPA/SC *Estudo preliminar dos solos do oeste catarinense; classes de irrigação, classes para aptidão agrícola*. Florianópolis, 1990. 111 p.
- JOLY, F. *A Cartografia* / Fernand Joly; tradução Tânia Pellegrini. Campinas, SP, 1990. 135p.
- KELM, D. F. P. & LOCH, C. Cadastro e Reforma Agrária. In: *3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC/1998. Anais*. Florianópolis, 1998.
- KELM, D. F.; LOCH, R.; LOCH, C. O Cadastro Técnico Multifinalitário como ferramenta de avaliação da progressão da degradação ambiental em área de mineração de carvão. In: *3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC/1998. Anais*. Florianópolis, 1998.
- KONZEN, E. A. & BARBOSA, A.S. *Sistemas de manejo e utilização de dejetos e suínos*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 1979. 18p. (Seminário apresentado no Dpto. de Zootecnia).
- KONZEN, E. A. *Manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, Circular técnica n ° 6, 1983. 32p.
- KONZEN, E. A. Valorização agronômica dos dejetos de suínos: Utilização dos dejetos de suínos como fertilizante. In: *I Ciclo de Palestras sobre Dejetos de Suínos – Manejo e Utilização – do Sudoeste Goiano*. Rio Verde, GO, Novembro/1997. *Anais*. Fundação do Ensino Superior de Rio Verde – ESUCARV, 1997. p113-137.
- KONZEN, E.A. *Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 1980. 56p. Tese de Mestrado.
- LACOSTE, Y. *A Geografia - Isso serve em primeiro lugar, para fazer a guerra*. Tradução: Maria Cecília França, 4ª ed. - Campinas, SP - Papyrus, 1997.
- LANNA, A. E. *Instrumento de Gestão Ambiental; métodos de gerenciamento de bacia hidrográfica*. IBAMA. Brasília. 1994.
- LINDNER, E. A. *Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina*. Florianópolis: FIESC – IEL, 1999.

- LOCH, C. A preservação do meio ambiente e a agrimensura. In: *V Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura. Anais*. Campos de Jordão, 1991.
- LOCH, C. *Cadastro técnico rural multifinalitário como base à organização espacial do uso da terra a nível de propriedade rural*. Tese para Professor Titular apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1993. 128 p.
- LOCH, C. *Monitoramento global integrado de propriedades rurais*. Florianópolis, SC. UFSC. 1990.
- LOCH, C. Modernização do poder público municipal. In: *3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC/98. Anais*. Florianópolis, 1998.
- LOEHR, R. C. *Agricultural waste management: problems, processes and approaches*. New York: Academic Press, 1974. p100-389.
- MARA, D. D. & PEARSON, H. Artificial freshwater environmental: Waste stabilization ponds. In: *Biotechnology*, v.8, 1986, p 177-206.
- MARQUES, J. S. Geografia Física e Gestão Ambiental. In: *VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada. Anais*. Curitiba. 1997. p.223-228.
- MEDRI, W. *Modelagem e otimização de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos*. Tese de Doutorado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 1997. 206p.
- MERKEL, A. J. *Managing livestock wastes*. Westport: Avi Publishing Company, 1981. 419p.
- MIRANDA, C, R.; ZARDO, A. O.; GOSMANN, H. A. *Uso de dejetos de suínos na agricultura*. EMBRAPA Suínos e Aves – Instrução técnica para o suinocultor, nº 11 – Concórdia, Março, 1999.
- MONDARDO, A. *Manejo e conservação do solo*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1984. 275p.
- MORAES, A. C. R. Interdisciplinaridade e Gestão Ambiental. In: *Ciência e Ambiente*. Ano III, nº 4, Janeiro/Junho de 1992. p27-31.
- NASCIMENTO, R. S. *Análise da organização espacial do uso e ocupação do solo através do cadastro técnico multifinalitário rural (Um estudo de caso: Município de Porto Vitória – PR)*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1994.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (Washington). *Methane generation from human, animal and agricultural wastes*. Washington, 1977. 131 p.
- NOVAES, W. Mercado para quem não polui. In: *Visão*. São Paulo, 16 out. 1991. p46.

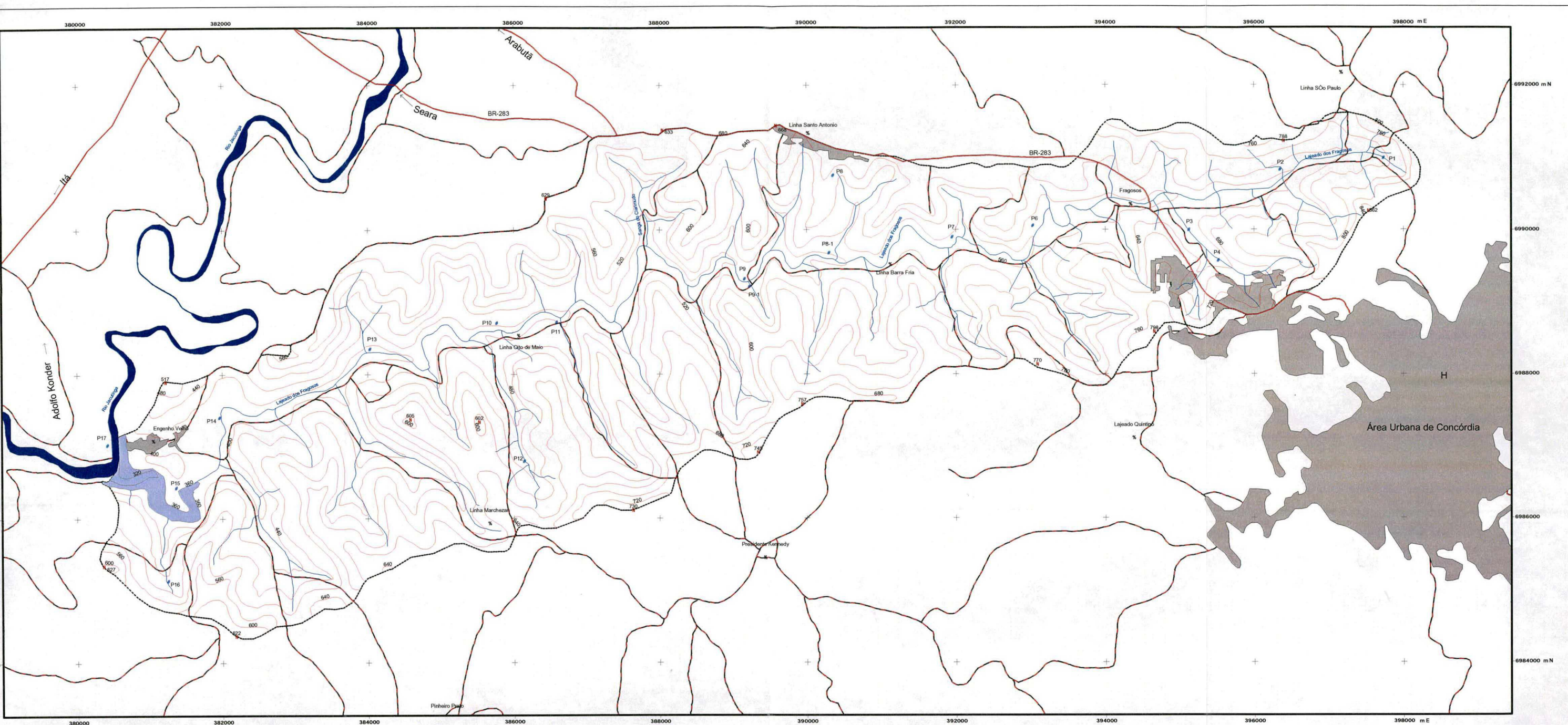
- OLIVEIRA, P. A. V. de, coord. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).
- ORELLANA, M. M. P. Metodologia integrada no estudo do meio ambiente. In: *Geografia*, 10 (20), Outubro de 1985. p125-148.
- OTERO, L. M. G. *La utilización del enfoque geossistémico em la investigación geográfica del medio ambiente cubano*. Ed. Academia. La Habana. 1991.
- PARRA, E. A titulação e cadastro de terra rural na Colômbia. In: *Simpósio Internacional de Experiência Fundiária. Anais*. Salvador, 1984. p321-323.
- PEARSON, H. et al. The influence of pond geometry and configuration on facultative and maturation waste stabilization pond performance and efficiency. In: *Wat. Sci. Tech.*, v.31, n.12, 1995, p- 129-139.
- PERALTA, E. Geografia Física e Gestão Ambiental. In: *VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada. Anais*. Curitiba. 1997. p.229-243.
- PERDOMO, C. C.; COSTA, R. R. H.; MEDRI, W.; MIRANDA, C. R. *Dimensionamento de sistemas de tratamento (decantador e lagoas) e utilização de dejetos suínos*. Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, 1999. 5p. (Comunicado Técnico nº 234 –102 e 125 –errata e texto).
- RATCLIFFE, J. *Town and country planning*. 2.ed. London: University College London, 1992. 506p.
- RENUNCIO, N. F. *Integração do cadastro técnico multifinalitário a sistemas de informações geográficas visando a implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de Cocal do Sul - SC*. Tese de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1995. 203 p.
- SANCEVERO, A.B.; KONZEN, E.A.; MARQUES, J.B.; FRAGA, O.F.; BARBOSA, A.S. Produção intensiva de suínos: orientação para um planejamento das construções. In: *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.5, nº 49, p.42-67, 1979.
- SANTA CATARINA. *Bioenergia 80: Programa de aplicação das fontes alternativas energéticas no meio rural*. Folheto de divulgação. ERUSC (Eletrificação Rural de Santa Catarina S. A.) – 1980.
- SANTA CATARINA. *Legislação sobre Habitação Urbana e Rural* – Decreto nº 24.980, de 14 de março de 1985.
- SANTA CATARINA. *Legislação sobre recursos hídricos*. Florianópolis: Governo do Estado; Tubarão: Ed. Universitária da UNISUL. 1998. 96p.
- SANTA CATARINA. Secretaria da Agricultura. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina*. Santa Maria, RS: UFSM/Imprensa Universitária, 1973. 2v.


- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. *Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas*. 2.ed.ver., atual e ampl. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p.
- SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. *Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos na região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante*. Florianópolis: EPAGRI, 1996, 46p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 79).
- SEGANFREDO, M. A. *A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 35p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 22).
- SEIFFERT, N. F. O desafio da pesquisa ambiental. In: *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Brasília, v.15, n.3, set./dez.1998. p103-122.
- SEIFFERT, N. F. *Uma contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas*. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996. 253 p.
- SEIFFERT, N.F. *Gestão de Bacias Hidrográficas*. Apostila de palestra ministrada à alunos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina em 07/11/1997 no Auditório do Departamento de Zootecnia. Florianópolis, 1997. 28p.
- SHELTON, R. L. *Physical resource investigation for economic development*. Washington General Secretariat Organization of American States, 1969. 439p.
- SILVA, A. *Desmatamento do Município de Ibirubá - RS , analisado por fotografias aéreas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Rural, Santa Maria – RS, 1979.
- SILVA, A. P. *Diagnóstico Sócio, Econômico e Ambiental. Aspectos sobre a Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica dos Fragosos, Concórdia/SC*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000. 205p.
- SILVA, J. A. *Direito Ambiental Constitucional*. São Paulo, Malheiros, 1994. 242 p.
- SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, 1998. 388p.
- SOUZA, A. A. P. *Remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos e indicadores bacteriológicos em lagoas de estabilização em escala real*. Dissertação de mestrado da Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1994.

## **ANEXO A**

### **Bacia dos Fragosos** **Representações gráficas**







Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e  
Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

Centro Integrado de Informações de Recursos  
Ambientais de Santa Catarina - CIRAM

**Sub-bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos**

MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA

**MAPA PLANOALTIMÉTRICO e  
HIDRORODOVIÁRIO**

Equidistância das curvas de nível: 40 metros

Área da Sub-bacia: 6.154 ha

**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

**NÚCLEOS URBANOS**

Área Urbana  
Comunidade

**ALTITUDE**

Pontos Cotados: 895

**RODOVIAS**

Pavimentada  
Sem pavimentação

**LIMITES**

Limite aproximado da Sub-bacia

**HIDROGRAFIA**

1 - Curso d'água  
2 - Lago ou Lagoa  
3 - Alagado  
4 - Cachoeira, Corredeira  
5 - Represa

**PONTOS DE COLETA DE ÁGUA**

Área aproximada de Inundação da Barragem de Ita

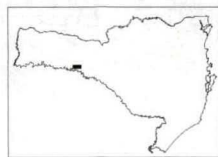
Escala: 1:25000

500 0 500 1000 Meters

**PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR**

Origem da quilometragem Equador MC 51° W Gr  
Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG  
Datum Vertical: Imbituba, SC

Localização da Sub-bacia Hidrográfica no Estado



**DIAGRAMA DE COMPILAÇÃO**

Concórdia - SG.22-Y-D-I

Base Cartográfica compilada a partir das cartas topográficas escala 1:100.000 elaboradas pelo DSG/EXERCITO

Data de elaboração: Fevereiro de 2000  
Divisão de Geoprocessamento e Mapeamento

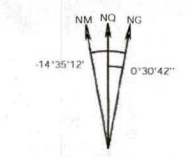
Direitos de Reprodução Reservados

A Epagri agradece a comunicação de falhas ou omissões verificadas neste mapa.

O padrão de exatidão cartográfica obtido neste mapa é compatível com o objetivo deste: Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental da Sub-Bacia do Lajeado dos Fragosos

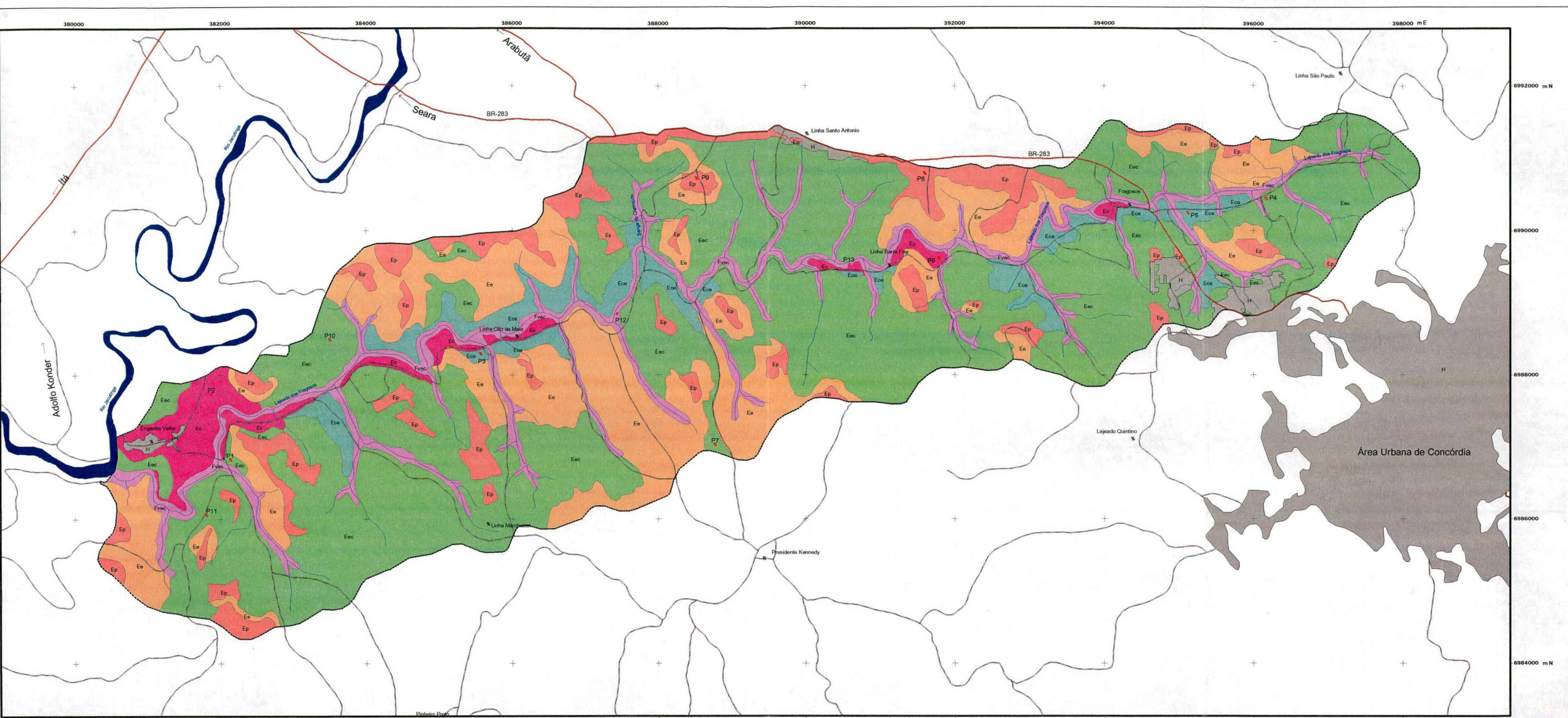
Este mapa é parte integrante do relatório técnico referente ao Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental da Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

**DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2000.1 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA**



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCE -7.7° ANUALMENTE





Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e  
Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

Centro Integrado de Informações de Recursos  
Ambientais de Santa Catarina - CIRAM

Sub-bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos

MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA

### MAPA FISIOMORFOLÓGICO

Área da Sub-bacia: 6.154 ha

#### LEGENDA

- Ec** Encosta coluvial
- Ece** Encosta coluvial erosional
- Ee** Encosta erosional
- Eec** Encosta erosional coluvial
- Ep** Encosta em patamar
- Fvec** Fundo de vale erosional coluvial
- H** Área Urbana

#### PONTOS DE AMOSTRAGENS DE SOLOS

- Perfil
- # Trado

#### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Comunidade: ■
- RODOVIAS:
  - Pavimentada: —
  - Sem pavimentação: - - -
- LIMITES:
  - Limite aproximado da Sub-bacia: —

#### HIDROGRAFIA

- 1 - Curso d'água
- 2 - Lago ou Lagoa
- 3 - Alagado
- 4 - Cachoeira, Corredeira
- 5 - Represa

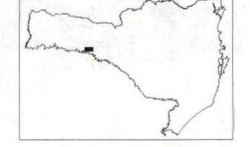
Escala: 1:25000

500 0 500 1000 Meters

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem Equador MC 51° W Gr  
Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG  
Datum Vertical: Imbituba, SC

#### Localização da Sub-bacia Hidrográfica no Estado



#### DIAGRAMA DE COMPILAÇÃO

Concórdia - SG.22-Y-D-I

Base Cartográfica compilada a partir das cartas  
topográficas escala 1:100000 elaboradas pelo DSG/EXERCITO

Data de elaboração: Fevereiro de 2000  
Divisão de Geoprocessamento e Mapeamento

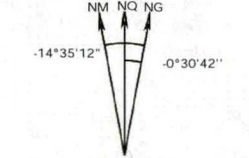
Direitos de Reprodução Reservados

A Epagri agradece a comunicação de falhas  
ou omissões verificadas neste mapa.

O padrão de exatidão cartográfica obtido neste  
mapa é compatível com o objetivo deste:  
Diagnóstico Socio-Econômico e Ambiental da  
Sub-bacia do Lajeado Rio Fragosos

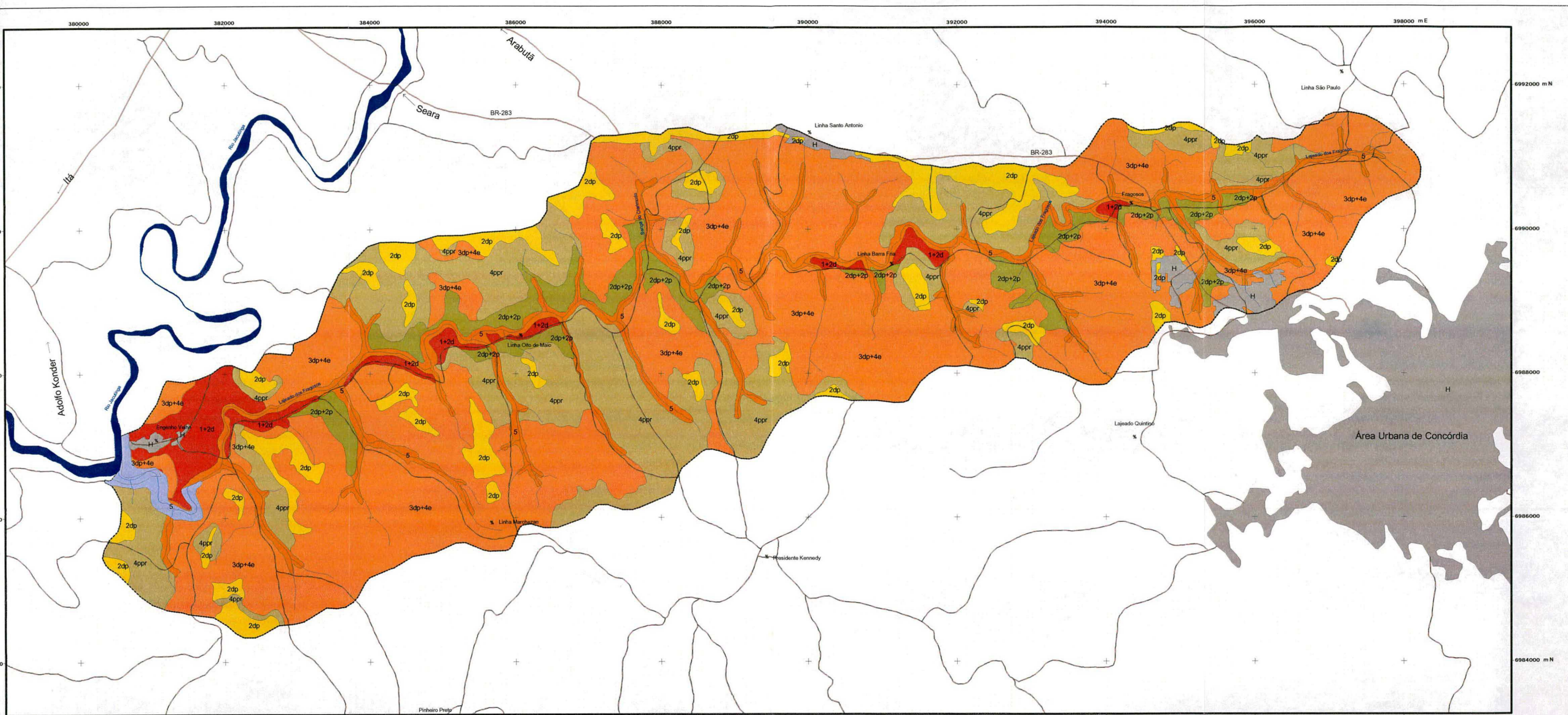
Este mapa é parte integrante do relatório técnico:  
Diagnóstico Socio-Econômico e Ambiental da  
Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2000.1  
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO  
CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
CRESCERÁ 7,7 ANUALMENTE





Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e  
Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

Centro Integrado de Informações de Recursos  
Ambientais de Santa Catarina - CIRAM

Sub-bacia Hidrográfica do Lajeado dos Frágos

MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA

MAPA DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS

Área da Sub-bacia: 6.154 ha

#### LEGENDA

- 1+2d Classes 1 + 2 por declividade
- 2dp Classe 2 por declividade e pedregosidade
- 2dp+2p Classes 2 por declividade e pedregosidade + 2 por pedregosidade
- 3dp+4e Classes 3 por declividade e pedregosidade + 4 por erosão
- 4ppr Classes 4 por pedregosidade e profundidade efetiva
- 5 Classes 5 (preservação permanente)
- H Área urbana

#### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Comunidade
- RODOVIAS
- Pavimentada
- Sem pavimentação
- LIMITES
- Limite aproximado da Sub-bacia

#### HIDROGRAFIA

- 1 - Curso d'água
- 2 - Lago ou Lagoon
- 3 - Alagado
- 4 - Cachoeira, Corredeira
- 5 - Represa

Escala : 1:25000

500 0 500 1000 Meters

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem Equador MC 51° W Gr  
Datum Horizontal: Corrego Alegre, MG  
Datum Vertical: Imbituba, SC

#### Localização da Sub-bacia Hidrográfica no Estado



#### DIAGRAMA DE COMPILAÇÃO

Concórdia - SG.22-Y-D-I

Base Cartográfica compilada a partir das cartas  
topográficas escala 1:100.000 elaboradas pelo DSG/EXÉRCITO

Data de elaboração: Fevereiro de 2000  
Divisão de Geoprocessamento e Mapeamento

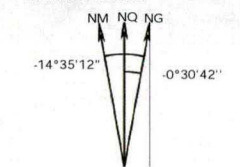
Direitos de Reprodução Reservados

A Epagri agradece a comunicação de falhas ou omissões verificadas neste mapa.

O padrão de exatidão cartográfica obtido neste  
mapa é compatível com o objetivo deste:  
Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental  
da Sub-bacia do Lajeado dos Frágos

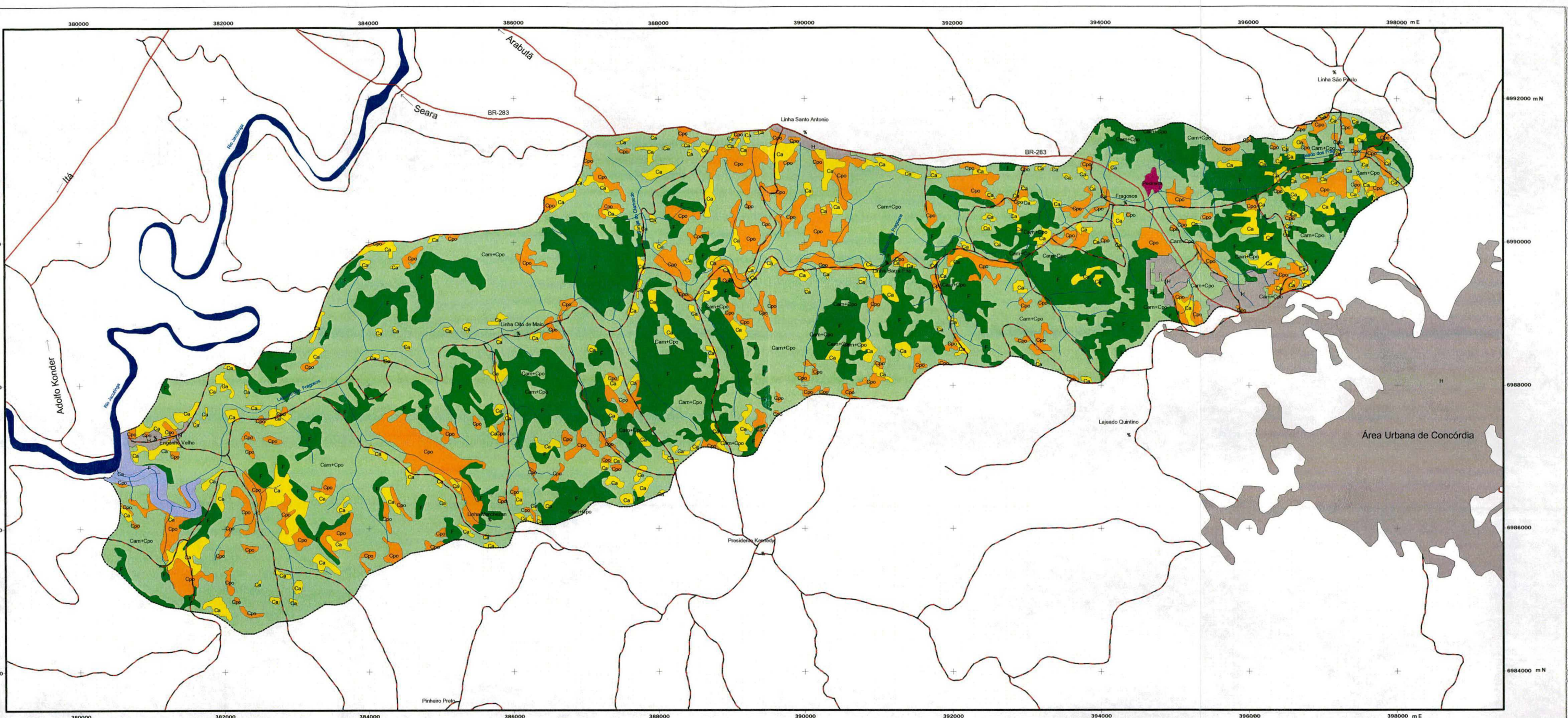
Este mapa é parte integrante do relatório técnico:  
Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental  
da Sub-bacia do Lajeado dos Frágos

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2000.1  
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO  
CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
CRESCERÁ -7.7° ANUALMENTE





Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.  
Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais de Santa Catarina - CIRAM

Sub-bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos

MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA

MAPA DE USO ATUAL DAS TERRAS

Área da Sub-bacia : 6.154 ha

LEGENDA

- Ca Culturas Anuais
- Cam+Cpo Campo + Capoeira
- Cpo Capoeira
- F Floresta
- H Área Urbana
- P Pedreira

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Comunidade
- RODOVIAS
- Pavimentada
- Sem pavimentação
- LIMITES
- Limite aproximado da Sub-bacia

HIDROGRAFIA

- 1 - Curso d'água
  - 2 - Lago ou Lagoa
  - 3 - Alagado
  - 4 - Cachoeira, Corredeira
  - 5 - Represa
- Escala : 1:25000
- 500 0 500 1000 Meters

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem Equador MC 51° W Gr  
Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG  
Datum Vertical: Imbituba, SC

Localização da Sub-bacia Hidrográfica no Estado



DIAGRAMA DE COMPILAÇÃO

Concórdia - SG.22-Y-D-I

Base Cartográfica compilada a partir das cartas topográficas escala 1:100.000 elaboradas pelo DSG/EXERCITO

Data de elaboração: Fevereiro de 2000  
Divisão de Geoprocessamento e Mapeamento

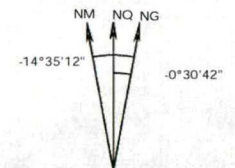
Direitos de Reprodução Reservados

A Epagri agradece a comunicação de falhas ou omissões verificadas neste mapa.

O padrão de exatidão cartográfica obtido neste mapa é compatível com o objetivo deste:  
Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental da Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

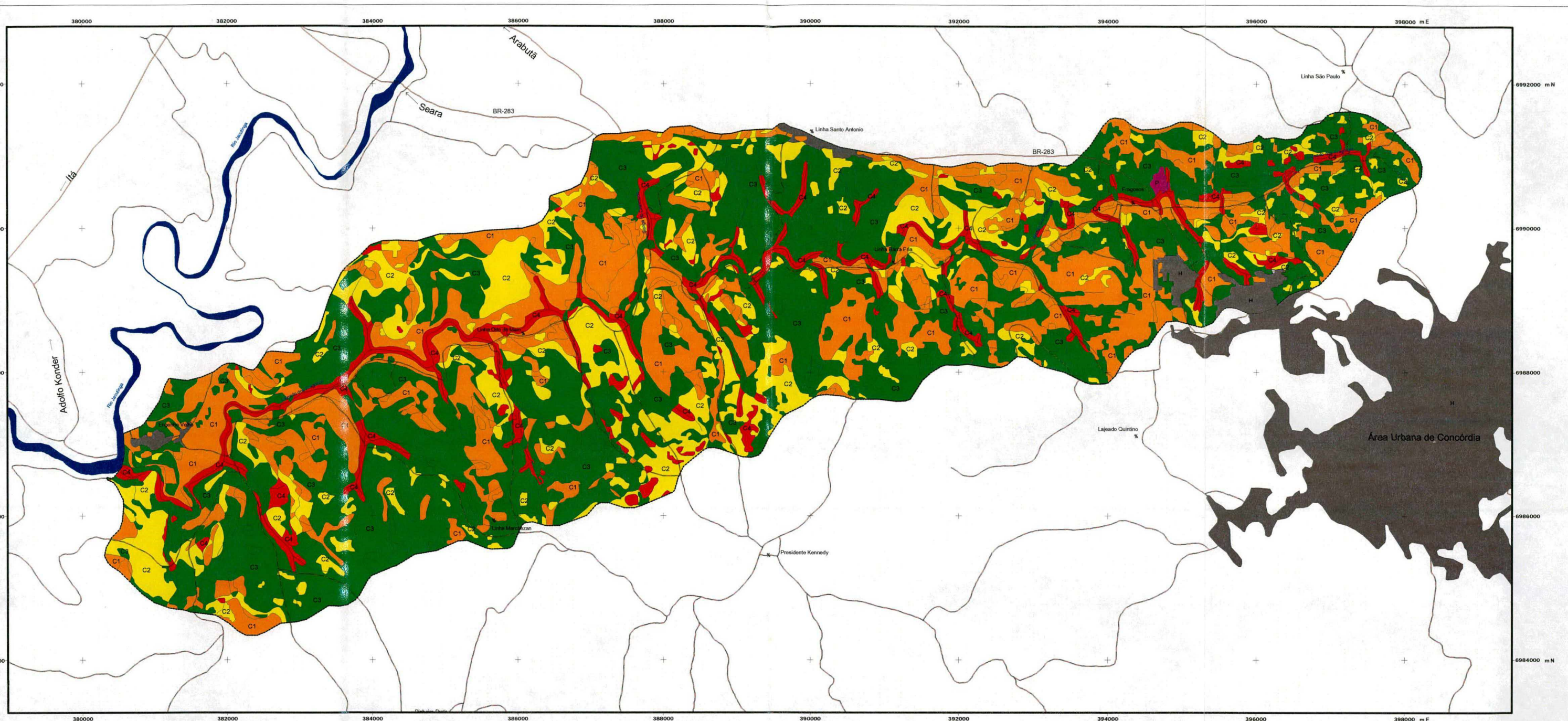
Este mapa é parte integrante do relatório técnico:  
Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental da Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2000.1  
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO  
CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA  
CRESCERÁ 7.7° ANUALMENTE





Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais de Santa Catarina - CIRAM

Sub-bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos

MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA

### MAPA DE CONFLITOS DE USO

Área da Sub-bacia: 6.154 ha

#### LEGENDA

Subutilização - C1

- Cam+Cpo1 Campo e Capoeira em Classe 1
- Cam+Cpo2 Campo e Capoeira em Classe 2
- Cpo1 Capoeira em classe 1
- Cpo2 Capoeira em classe 2
- F1 Floresta em classe 1
- F2 Floresta em classe 2
- F3 Floresta em classe 3

Uso com Restrições - C2

- Ca2 Cultura anual em classe 2
- Ca3 Cultura anual em classe 3
- Cam+Cpo4 Campo e Capoeira em classe 4

Uso Sem Restrições - C3

- Ca1 Cultura anual em classe 1
- Cpo4 Capoeira em classe 4
- Cpo5 Capoeira em classe 5
- Cam+Cpo3 Campo mais Capoeira em classe 3
- F4 Floresta em classe 4
- F5 Floresta em classe 5

Conflito de Uso - C4

- Ca4 Cultura anual em classe 4
- Ca5 Cultura anual em classe 5
- Cam+Cpo5 Campo e Capoeira em classe 5

- H Área Urbana
- P Pedreira

#### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Comunidade
- RODOVIAS
- Pavimentada
- Sem pavimentação
- LIMITES
- Limite aproximado da Sub-bacia

#### HIDROGRAFIA

- 1 - Curso d'água
- 2 - Lago ou Lagoa
- 3 - Alagado
- 4 - Cachoeira, Corredeira
- 5 - Represa

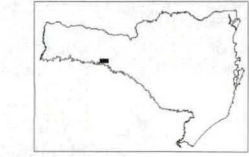
Escala : 1:25000

500 0 500 1000 Meters

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem Equador MC 51° W Gr  
Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG  
Datum Vertical: Imbituba, SC

#### Localização da Sub-bacia Hidrográfica no Estado



#### DIAGRAMA DE COMPILAÇÃO

Concórdia - SG.22-Y-D-I

Base Cartográfica compilada a partir das cartas topográficas escala 1:100.000 elaboradas pelo DSG/EXERCITO

Data de elaboração: Fevereiro de 2000  
Divisão de Geoprocessamento e Mapeamento

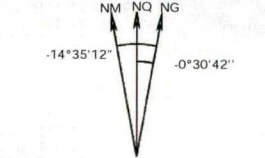
Direitos de Reprodução Reservados

A Epagri agradece a comunicação de falhas ou omissões verificadas neste mapa.

O padrão de exatidão cartográfico obtido neste mapa é compatível com o objetivo deste: Diagnóstico Socio-Econômico e Ambiental da Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

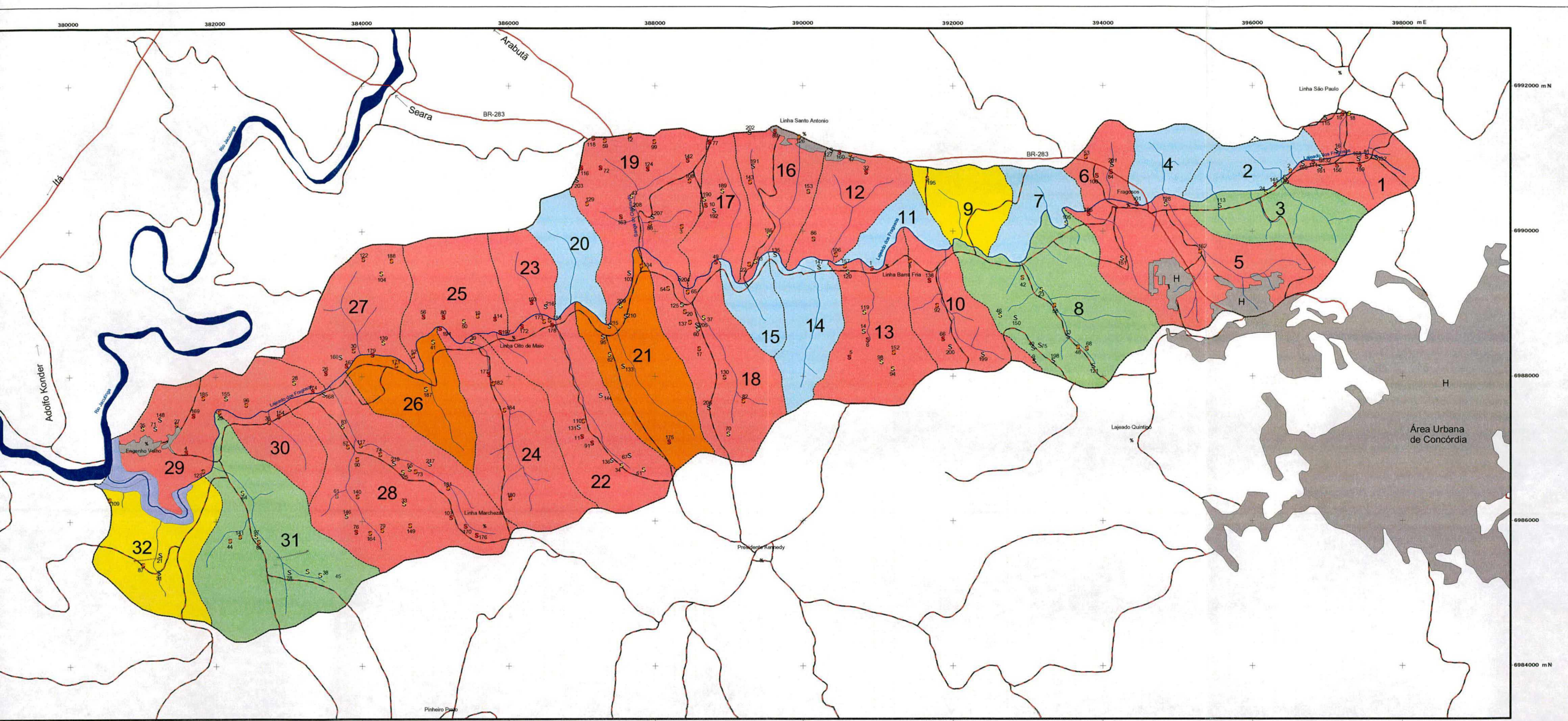
Este mapa é parte integrante do relatório técnico: Diagnóstico Socio-Econômico e Ambiental da Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2000.1 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCE -7.7' ANUALMENTE





Governo do Estado de Santa Catarina  
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e  
Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

Centro Integrado de Informações de Recursos  
Ambientais de Santa Catarina - CIRAM

Sub-bacia Hidrográfica do Lajeado dos Fragosos  
MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA

MAPA DE MICROBACIAS X POTENCIAL DE  
POLUIÇÃO

Área da Sub-bacia: 6.154 ha

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

NÚCLEOS URBANOS

Área Urbana

Comunidade

RODOVIAS

Pavimentada

Sem pavimentação

LIMITES

Limite aproximado da Sub-bacia

Limite aproximado das Microbacias

ATIVIDADES DAS PROPRIEDADES

S Atividades

S Produtores de Leite

S Silvicultura

S Outras Atividades

HIDROGRAFIA

1 - Curso d'água

2 - Lago ou Lagoa

3 - Alagado

4 - Cachoeira, Corredeira

5 - Represa

Área aproximada de Inundação da Barragem de Ita

LEGENDA

Altamente poluidora

Poluidora

Moderadamente poluidora

Pouco poluidora

Não poluidora

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da quilometragem Equador MC 51° W Gr

Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG

Datum Vertical: Imbituba, SC

Base Cartográfica compilada a partir das cartas topográficas escala 1:100.000 elaboradas pelo DSG/EXERCITO.

Georeferenciamento das Propriedades Rurais Executado pela EMBRAPA e Epagri

Data de elaboração: Julho de 2000

Divisão de Geoprocessamento e Mapeamento

Direitos de Reprodução Reservados

A Epagri agradece a comunicação de falhas ou omissões verificadas neste mapa.

O padrão de exatidão cartográfica obtido neste mapa é compatível com o objetivo deste: Diagnóstico Sócio Econômico e Ambiental da Sub-Bacia do Lajeado dos Fragosos

Este mapa é parte integrante do relatório técnico referente ao Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental da Sub-bacia do Lajeado dos Fragosos

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 2000,1 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA

NM NO NG

14°35'12" 0°30'42"

A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA CRESCE -7.7" ANUALMENTE

Escala : 1:25000

500 0 500 1000 Meters

Localização da Sub-bacia Hidrográfica no Estado

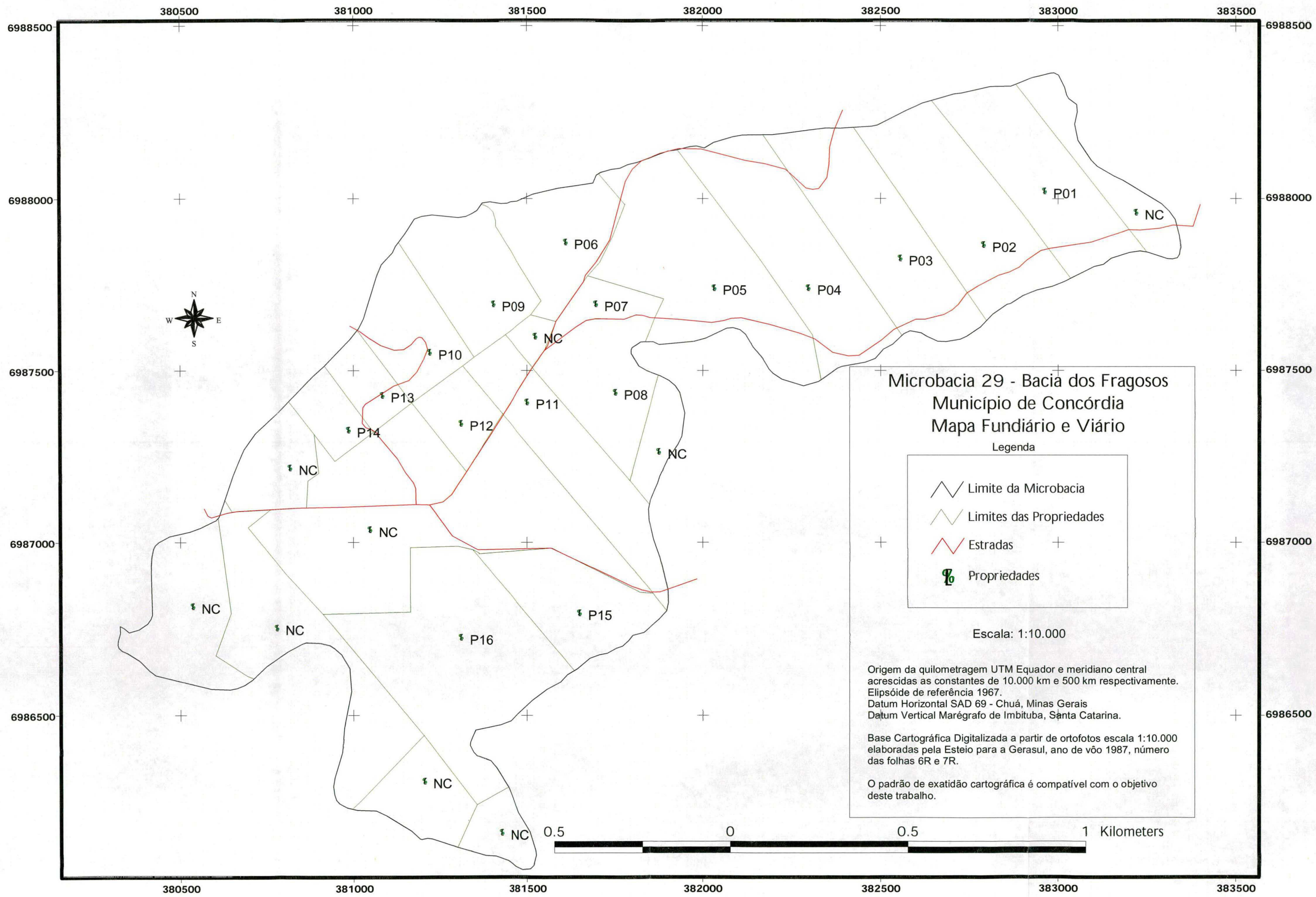
DIAGRAMA DE COMPILAÇÃO

Concórdia - SG.22-Y-D-1



## **ANEXO B**

### **Bacia dos Fragosos - Microbacia 29** **Representações gráficas**



Microbacia 29 - Bacia dos Fragosos  
Município de Concórdia  
Mapa Fundiário e Viário

Legenda

- Limite da Microbacia
- Limites das Propriedades
- Estradas
- Propriedades

Escala: 1:10.000

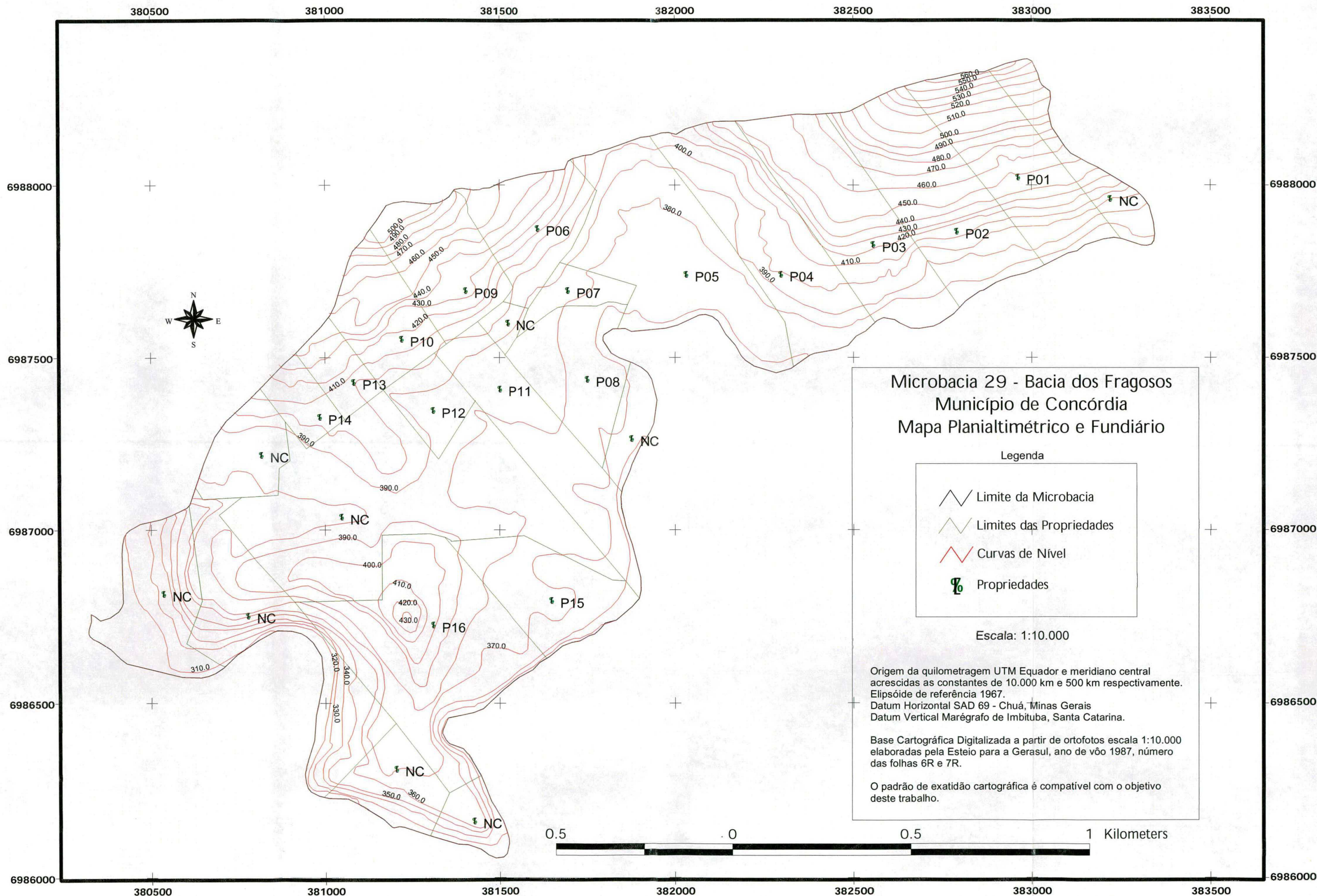
Origem da quilometragem UTM Equador e meridiano central  
acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km respectivamente.  
Elipsóide de referência 1967.  
Datum Horizontal SAD 69 - Chuá, Minas Gerais  
Datum Vertical Marégrafo de Imbituba, Santa Catarina.

Base Cartográfica Digitalizada a partir de ortofotos escala 1:10.000  
elaboradas pela Esteio para a Gerasul, ano de voo 1987, número  
das folhas 6R e 7R.

O padrão de exatidão cartográfica é compatível com o objetivo  
deste trabalho.

0.5 0 0.5 1 Kilometers

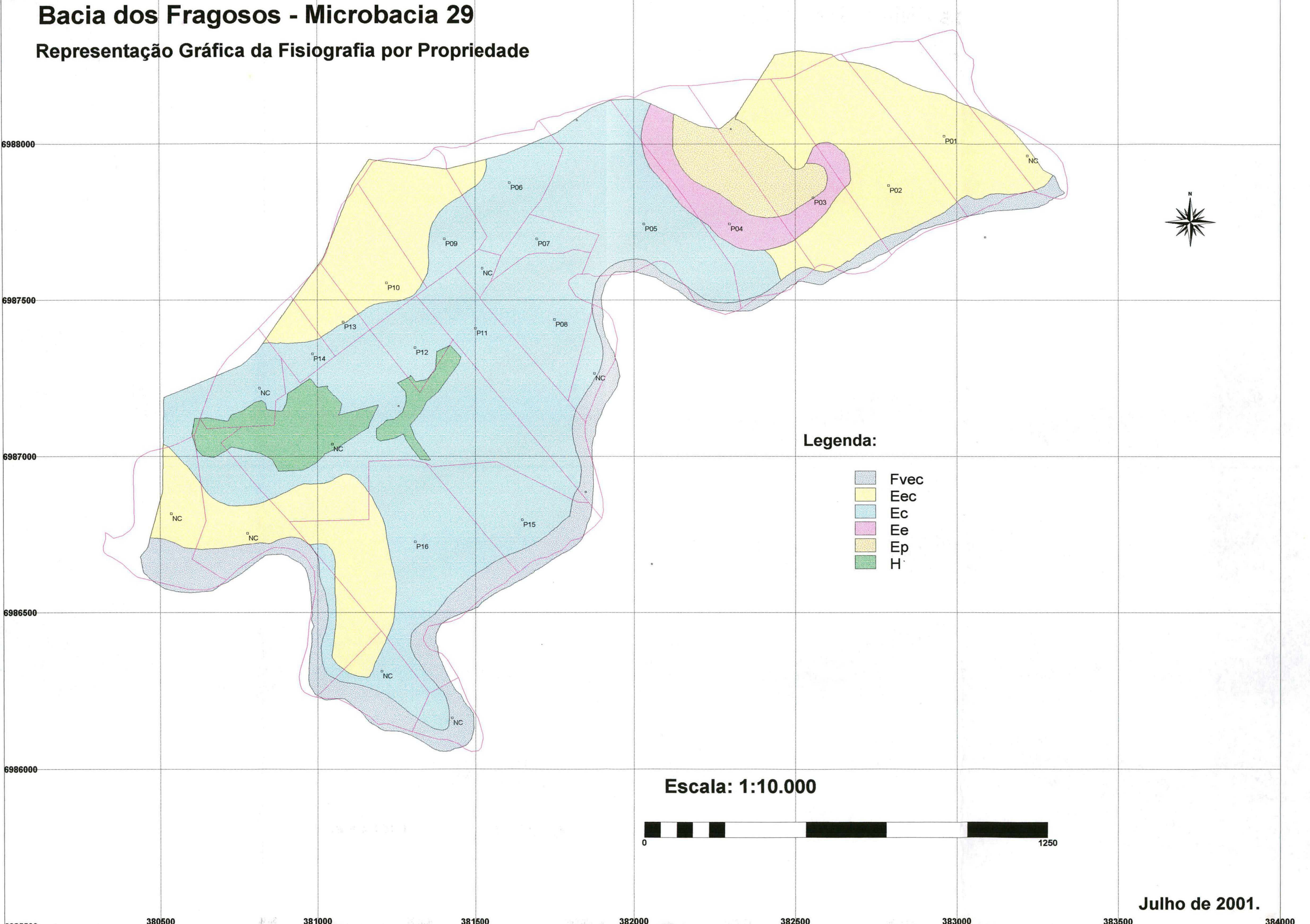






# Bacia dos Fragosos - Microbacia 29

## Representação Gráfica da Fisiografia por Propriedade

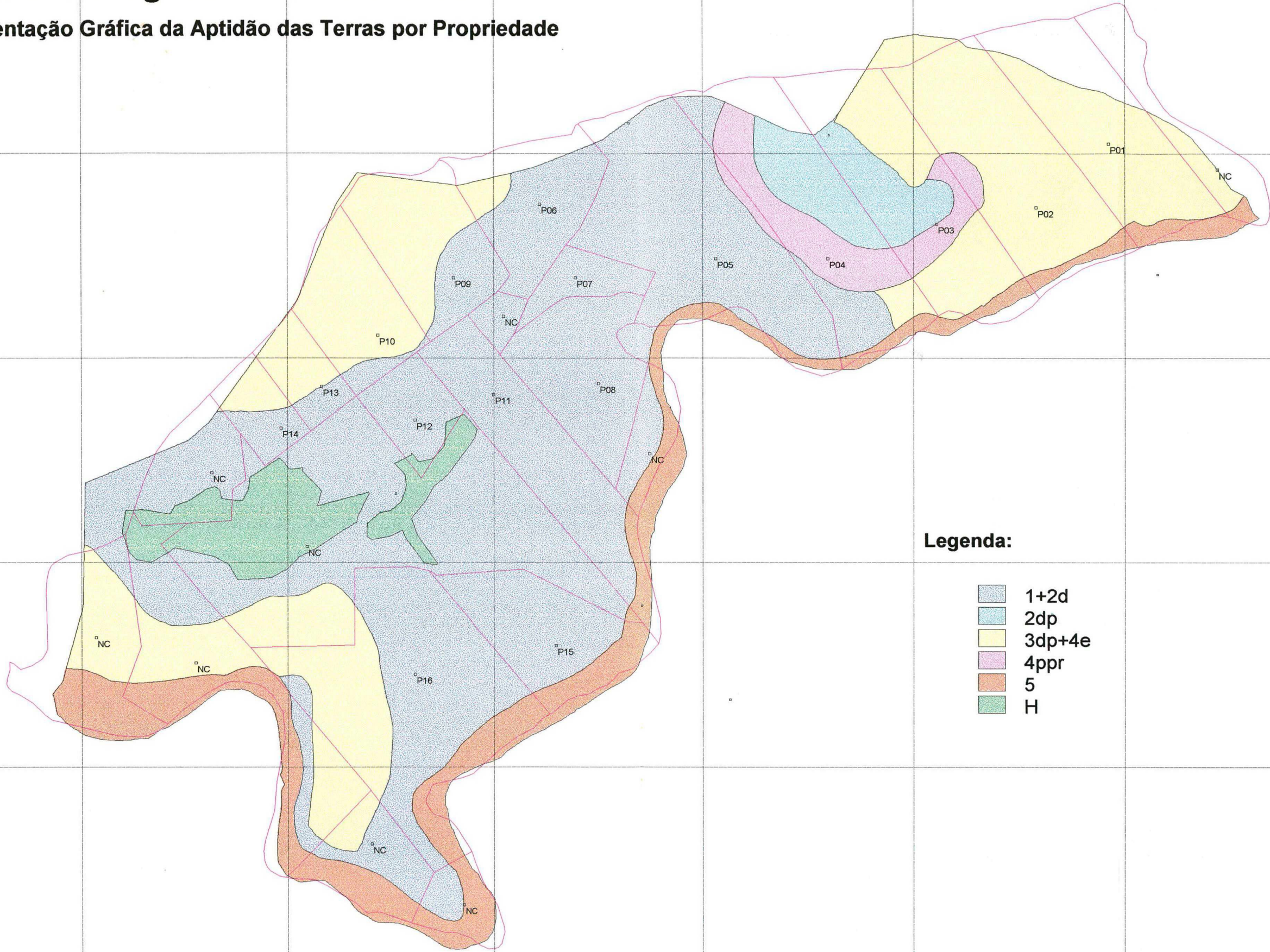




# Bacia dos Fragosos - Microbacia 29

Representação Gráfica da Aptidão das Terras por Propriedade

6988000  
6987500  
6987000  
6986500  
6986000



Legenda:

- 1+2d
- 2dp
- 3dp+4e
- 4ppr
- 5
- H

Escala: 1:10.000

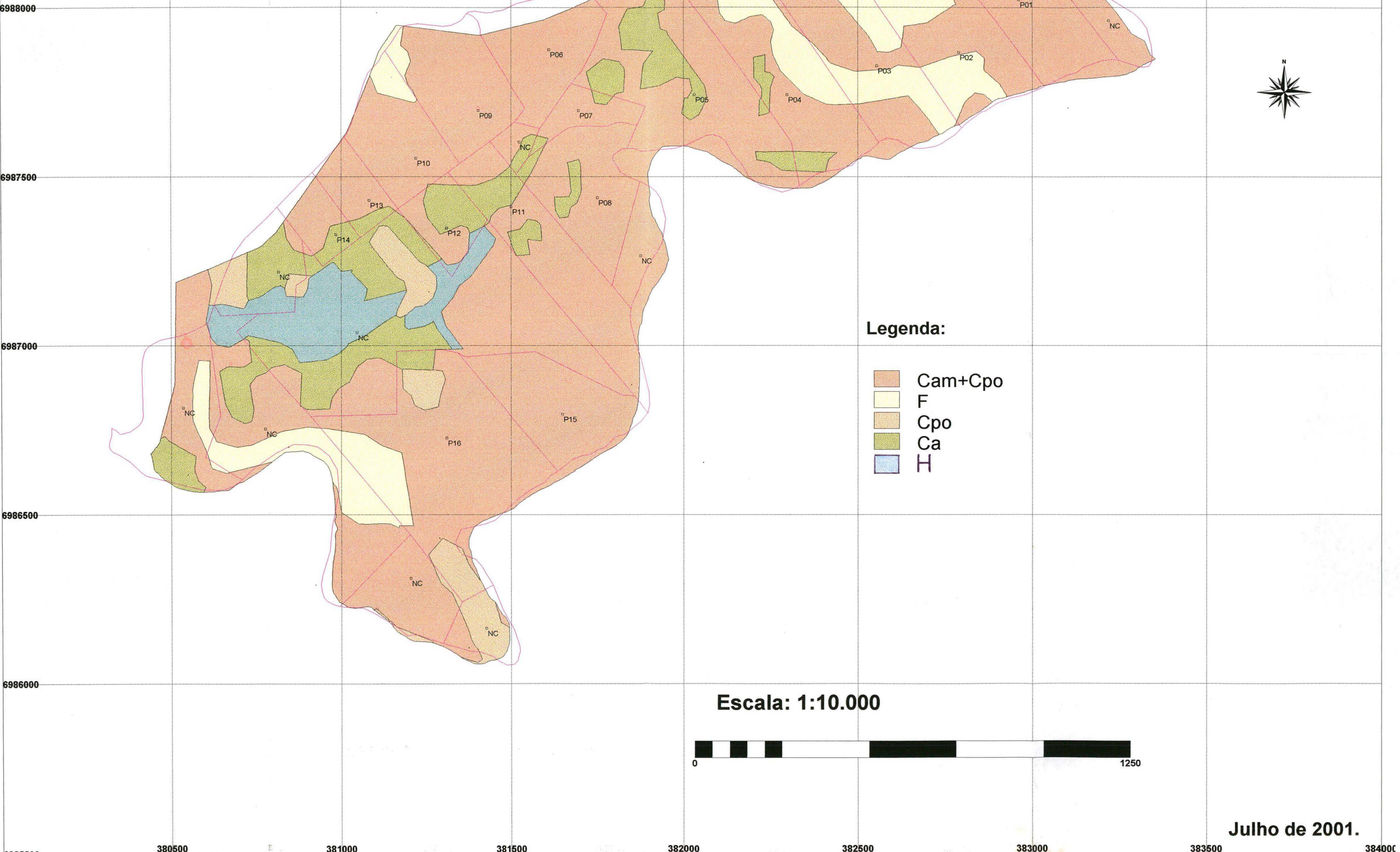


Julho de 2001.



# Bacia dos Fragosos - Microbacia 29

## Representação Gráfica do Uso das Terras por Propriedade





## **ANEXO C**

**Tabelas geradas pelo software ILWIS 2.23**

### Tabela de fisiografia por propriedade

	lim_prop	c_fisg2	NPix	Area
P01 * Fvec	P01	Fvec	1172	5914.2
P01 * Eec	P01	Eec	18993	95842.7
P02 * Fvec	P02	Fvec	1620	8174.9
P02 * Eec	P02	Eec	27961	141097.1
P02 * Ee	P02	Ee	1458	7357.4
P03 * Fvec	P03	Fvec	1081	5455.0
P03 * Eec	P03	Eec	13980	70546.0
P03 * Ee	P03	Ee	3512	17722.3
P03 * Ep	P03	Ep	8600	43397.4
P03 * pnt 7	P03	pnt 7	4	20.2
P04 * Fvec	P04	Fvec	1056	5328.8
P04 * Eec	P04	Eec	1848	9325.4
P04 * Ec	P04	Ec	5741	28970.3
P04 * Ee	P04	Ee	10878	54892.7
P04 * Ep	P04	Ep	9360	47232.5
P05 * Fvec	P05	Fvec	1609	8119.4
P05 * Ec	P05	Ec	37231	187875.5
P05 * Ee	P05	Ee	1267	6393.5
P05 * pnt 6	P05	pnt 6	4	20.2
P06 * Eec	P06	Eec	1609	8119.4
P06 * Ec	P06	Ec	12321	62174.4
P07 * Ec	P07	Ec	5431	27406.0
P08 * Fvec	P08	Fvec	10	50.5
P08 * Ec	P08	Ec	18685	94288.5
P09 * Eec	P09	Eec	12397	62557.9
P09 * Ec	P09	Ec	6348	32033.3
P10 * Eec	P10	Eec	13934	70313.9
P10 * Ec	P10	Ec	1515	7645.0
P11 * Fvec	P11	Fvec	2097	10581.9
P11 * Ec	P11	Ec	21358	107777.0
P11 * pnt 3	P11	pnt 3	4	20.2
P12 * Ec	P12	Ec	7590	38300.7
P12 * H	P12	H	467	2356.6
P13 * Eec	P13	Eec	4840	24423.7
P13 * Ec	P13	Ec	1895	9562.6
P14 * Eec	P14	Eec	2533	12782.1
P14 * Ec	P14	Ec	3107	15678.6
P15 * Fvec	P15	Fvec	3843	19392.6
P15 * Ec	P15	Ec	14908	75228.9
P16 * Fvec	P16	Fvec	6314	31861.8
P16 * Eec	P16	Eec	12389	62517.5
P16 * Ec	P16	Ec	28275	142681.6
NC * Fvec	NC	Fvec	23165	116895.5
NC * Eec	NC	Eec	31086	156866.5
NC * Ec	NC	Ec	69876	352609.1
NC * H	NC	H	22254	112298.4
NC * pnt 1	NC	pnt 1	2	10.1

### Tabela de uso do solo por propriedade

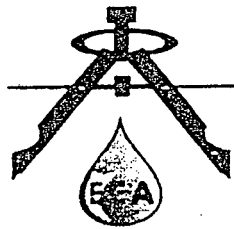
	lim_prop	c_uso2	NPix	Area
P01 * Cam+Cpo	P01	Cam+Cpo	16610	83817.6
P01 * F	P01	F	2344	11828.3
P01 * Cpo	P01	Cpo	1989	10036.9
P02 * Cam+Cpo	P02	Cam+Cpo	13366	67447.7
P02 * F	P02	F	17823	89938.6
P03 * Cam+Cpo	P03	Cam+Cpo	14719	74275.2
P03 * F	P03	F	12469	62921.2
P03 * pnt 7	P03	pnt 7	1	5.0
P04 * Cam+Cpo	P04	Cam+Cpo	15975	80613.2
P04 * F	P04	F	9258	46717.8
P04 * Ca	P04	Ca	3861	19483.4
P05 * Cam+Cpo	P05	Cam+Cpo	29879	150775.7
P05 * Ca	P05	Ca	10253	51738.8
P05 * pnt 6	P05	pnt 6	1	5.0
P06 * Cam+Cpo	P06	Cam+Cpo	13912	70202.9
P07 * Cam+Cpo	P07	Cam+Cpo	4837	24408.5
P07 * Ca	P07	Ca	594	2997.4
P08 * Cam+Cpo	P08	Cam+Cpo	16848	85018.6
P08 * Ca	P08	Ca	1847	9320.4
P09 * Cam+Cpo	P09	Cam+Cpo	17633	88979.8
P09 * F	P09	F	1080	5449.9
P10 * Cam+Cpo	P10	Cam+Cpo	13455	67896.8
P10 * F	P10	F	1978	9981.4
P10 * Ca	P10	Ca	14	70.6
P11 * Cam+Cpo	P11	Cam+Cpo	19448	98138.7
P11 * Ca	P11	Ca	4045	20411.9
P12 * Cam+Cpo	P12	Cam+Cpo	3685	18595.3
P12 * Ca	P12	Ca	3929	19826.6
P12 * H	P12	H	443	2235.5
P13 * Cam+Cpo	P13	Cam+Cpo	5715	28839.1
P13 * Ca	P13	Ca	996	5026.0
P14 * Cam+Cpo	P14	Cam+Cpo	3937	19866.9
P14 * Ca	P14	Ca	1656	8356.5
P15 * Cam+Cpo	P15	Cam+Cpo	18771	94722.4
P16 * Cam+Cpo	P16	Cam+Cpo	34268	172923.6
P16 * F	P16	F	6201	31291.6
P16 * Cpo	P16	Cpo	5309	26790.3
P16 * Ca	P16	Ca	1204	6075.6
NC * Cam+Cpo	NC	Cam+Cpo	74580	376346.4
NC * F	NC	F	10713	54060.1
NC * Cpo	NC	Cpo	11937	60236.6
NC * Ca	NC	Ca	27664	139598.4
NC * H	NC	H	22137	111708.0
NC * pnt 10	NC	pnt 10	1	5.0

## **ANEXO D**

### **Informações técnicas sobre os sistemas alternativos**



# EEA



EMPRESA DE ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA

## CATÁLOGO DE PRODUTOS

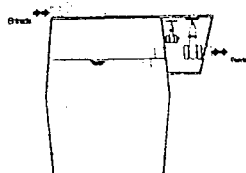
## **- UNIDADE DE GRADEAMENTO**



O GRADEAMENTO executa a separação de sólidos grosseiros, tais como, absorventes íntimos, brinquedos, objetos, detritos, etc. que inadvertidamente são inseridos na rede de esgoto, dando causa a entupimentos e colocando o sistema em colapso.

MODELO UG	CARACTERÍSTICAS			
	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)
1/4	0,60	1,00	0,25	15

## **- SEPARADOR DE GORDURA**



Algumas características do Separador de Gordura :

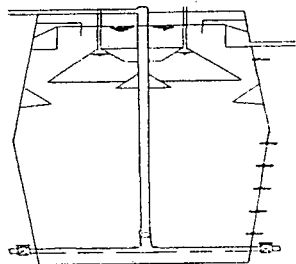
- Higiene e facilidade operacional;
- Hermeticamente fechadas;
- Grande capacidade de acúmulo de gorduras, óleos e graxas;
- Produzido com ou sem registro.

MODELO SG	CARACTERÍSTICAS			
	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)
1	1,35	1,00	1,00	45
2	1,50	1,60	2,00	60
3	1,70	1,80	3,00	75
5	2,65	2,10	5,00	140

## UASB

### - UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET REACTORS

Algumas características:



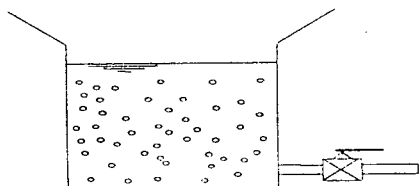
- Modelos Equipados co Válvulas de inspeção;
- Separador de Fases;
- Distribuidor Homogêneo de Efluentes;
- Coletor de gás metano - Biogás -  $\text{CH}_4$
- Coletor de gás sulfídrico -  $\text{H}_2\text{S}$
- Modulares - Instalados por etapas, minimizam os investimentos com estações e emissários, atendendo e acompanhando o crescimento da população ou produção industrial.

MODELO UASB	CARACTERÍSTICAS					
	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)	Atendimento (Kla)	Tipo
20	4,80	2,95	20,00	1.440	46.000	Com separador trifásico
30	6,10	3,10	30,00	1.690	82.000	Com separador trifásico

## RSB

### - REATOR SEQUENCIAL POR BATELADA

Os RSBs foram projetados para servir como pós-tratamento dos UASBs, em corpos d'água que exigem um tratamento mais refinado em relação à remoção da  $\text{DBO}_5$  e  $\text{NH}_4^+$ . O que diferencia os RSBs dos reatores convencionais é a sua versatilidade operacional. Um processo típico denominado LAB - Lodo Ativado por Batelada que apresenta períodos distintos de operação.



Os RSBs tem as seguintes características técnicas:

- Alta eficiência na remoção da  $\text{DBO}_5$  (sempre superior a 90%);
- Alta eficiência na **NITRIFICAÇÃO** (eficiência de até 98%);
- Possibilidade operacional de remoção biológica de fósforo (60 a 70%) e **DESNITRIFICAÇÃO**;
- Reator fechado não provocando o problema de aerosol;
- Eficiência mínima de 70% mesmo na falta de energia;
- Baixo consumo de energia e de implantação;
- Pequena formação de lodo;
- Modulares, minimizando os investimentos imediatos e operação facilitada através de sistema automático;

## 💧 BIO 💧

O BIO é um sistema aeróbio com objetivo de aumentar a eficiência do reator anaeróbio, possibilitando o seu lançamento diretamente no corpo receptor. Este equipamento levará o sistema a eficiências entre 80% e 90%.

MODELO BIO	CARACTERÍSTICAS					
	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m³)	Peso (Kg)	Atendimento (l/dia)	Volume Bruto* m³
2	1,80	1,60	2,00	95	2.816	-0-
3	2,00	1,80	3,00	140	5.120	-0-
5	3,10	2,10	5,00	270	11.500	3,50
10	3,70	2,40	10,00	490	21.000	4,00
20	4,80	2,95	20,00	1.440	46.000	-0-
30	6,10	3,10	30,00	1.690	82.000	-0-

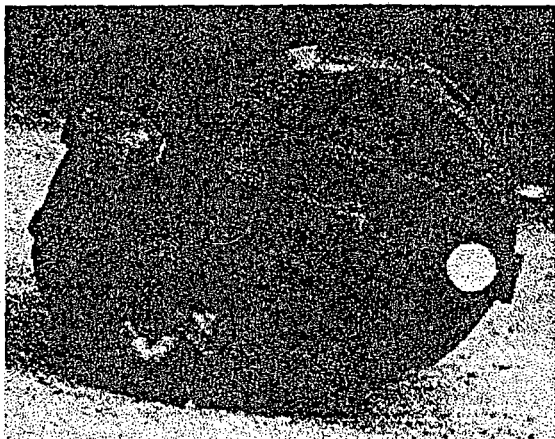
\* Não Incluso no produto

## 💧 DECANT 💧 - DECANTADOR SECUNDÁRIO

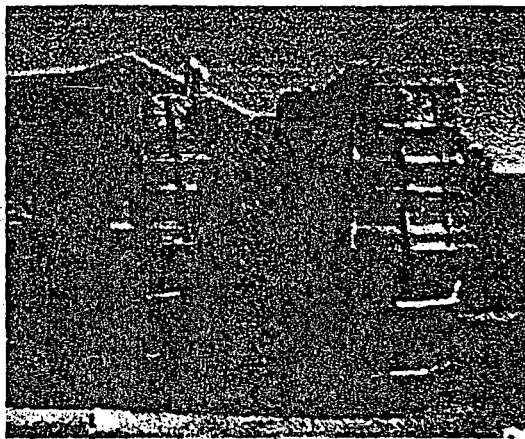
São unidades obrigatórias após o tratamento aeróbio. Servem para sedimentar os flocos nos sistemas aeróbios. Seu efluente é altamente clarificado e pode ser lançado em aquários ornamentais. Deve ser respeitado o manual de operação.

MODELO DECANT	CARACTERÍSTICAS				
	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m³)	Peso (Kg)	Atendimento (l/dia)
3/5	1,30	0,75	0,63	20	680
1	1,55	1,35	1,00	70	1.280
2	1,80	1,60	2,00	115	2.816
3	2,00	1,80	3,00	140	5.120
5	2,00	2,40	5,00	245	21.000
10	2,40	2,95	10,00	440	46.000
15	3,00	3,10	15,00	890	82.000

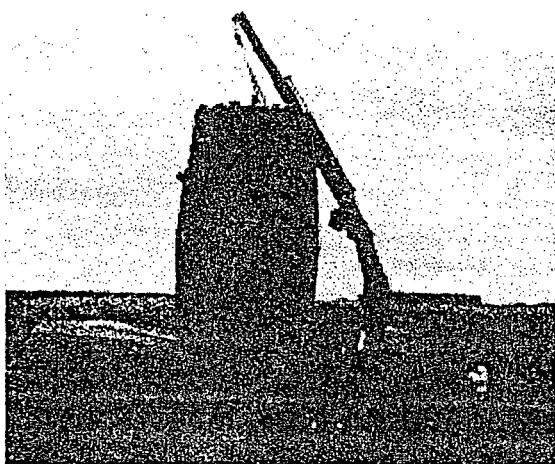
# TECNOLOGIA EEA



SG - SEPARADOR DE GORGURA



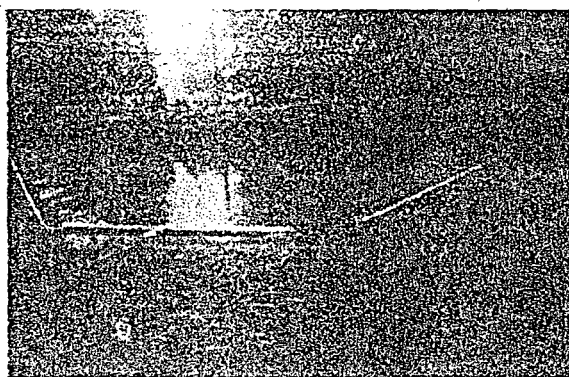
RAFA/HIBRIDO



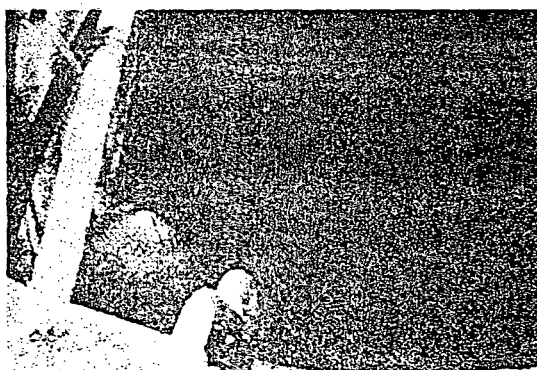
UASB



ETE - MASTER



LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO



RSB - REATOR SEQUENCIAL POR BATELADA  
LOCOS ATIVADOS

## **SISTEMA DALQUIM DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ANIMAIS\***

Carlos Cláudio Perdomo<sup>1</sup>  
Marcus Cazzare<sup>2</sup>

\*Sistema desenvolvido com apoio tecnológico da Embrapa Suínos e Aves

O elevado número de contaminantes existente nos dejetos animais constitui uma importante fonte de degradação do ar, do solo e dos recursos hídricos, exigindo a fixação de parâmetros de emissão cada vez mais rigorosos para a preservação do ambiente, do conforto e da saúde da população.

O sistema proposto pela Dalquim para o manejo de dejetos suínos emprega processos inovadores para a conversão dos sólidos biodegradáveis, e para a redução do impacto negativo sobre o ambiente. A tecnologia utilizada, consiste na separação e estabilização das partes sólidas e líquidas e na aplicação de tecnologias específicas a cada uma delas, visando a agregação de valor econômico e a redução do poder poluente do material resultante aos níveis exigidos pela Legislação Ambiental.

O sistema ainda está em processo de aprimoramento, mas os resultados obtidos até o momento são importantes como instrumento de valorização dos dejetos e da redução do impacto ambiental, por dejetos animais.

### **Descrição do Sistema**

O efluente proveniente da granja é conduzido a uma caixa receptora para a uniformização da consistência e da vazão de descarga, sendo imediatamente levado a uma unidade de separação de fase, Figura 1, onde:

**Unidade de Peneiramento:** a separação das fases sólida e líquida facilita o manejo dos dejetos e aumenta a eficiência dos processos de recuperação e remoção de poluentes. A fase sólida resultante é adensada e conduzida para um secador e a líquida, enviada para uma Unidade de Tratamento de efluente.

A eficiência de remoção de resíduos grosseiros, pêlos e ingredientes não digeridos, através de peneira vibratória de média eficiência, é de cerca de 90% para dejetos com 3% de matéria seca.

**Unidade de Secagem:** a parte sólida retirada pela peneira é introduzida num secador contínuo para o tratamento térmico e retirada da umidade. A recuperação de material seco representa 0,7% do volume de dejetos, sendo rico em nutrientes e passível de armazenagem, podendo ser empregado como fertilizante ou nutriente para diversas espécies animais.

<sup>1</sup>Eng. Agr. D.Sc., Embrapa Suínos e Aves, Cx.P. 21, Br 153, Km 110, Vila Tamanduá, Concórdia, SC.

<sup>2</sup>Zootecnista, M.Sc., Dalquim, Lages, SC.

**Unidade de Tratamento:** visa a remoção de poluentes e a adequação do afluente final para reutilização na Unidade de Produção e às exigências da Legislação Ambiental em vigor , sendo composto pelas seguintes unidades:

**Equalizador:** os líquidos separados pela peneira e o resultante do adensamento da parte sólida são conduzidos a um tanque de equalização para adequação da vazão de trabalho, evitando sobrecargas e aumentando a eficiência do Sistema de Tratamento.

Uma mistura de bactérias específicas para operar em baixo nível de oxigênio é adicionada ao material que abastece o equalizador, visando manter uma população microbiana adequada para acelerar a decomposição e melhorar a fluidez do material, reduzindo os problemas de entupimentos.

**Lagoa anaeróbia:** são lagoas profundas que têm como objetivo degradar a matéria orgânica/nutrientes presente e estabilizar o material resultante do equalizador. A adição desse catalizador biológico representa uma economia da ordem de 50% da área e do tempo de tratamento, quando comparado às lagoas dimensionadas pelos critérios tradicionais. O afluente é conduzido para uma unidade de biofloculação.

**Biofloculador:** o efluente da lagoa anaeróbia é submetido a um sistema de tratamento biológico, onde a oxigenação é induzida por agitação mecânica. Um aerador no centro do tanque cria um regime de alta turbulência e mantém os sólidos em suspensão, facilitando a sua remoção e evitando o retorno do lodo.

Um dosador automático introduz um "catalizador químico" para acelerar a velocidade de precipitação e de agregação das partículas sólidas, visando a adequação do material ao processo seguinte, o Dalscreener.

**Dalscreener:** é um processo de separação de fases, baseado no aumento do contato e da aderência das microbolhas de ar com as partículas existentes no líquido, diminuindo a sua densidade e forçando o seu deslocamento para a superfície, onde um raspador remove a parte sólida. O líquido resultante pode ser reutilizado na propriedade ou conduzido para valas de infiltração ou rede de drenagem natural.

Esse processo é automatizado e a produção de lodo é baixa, cerca de 1%.

## Resultados

O material peneirado seco apresenta bom valor nutricional (Tabela 1).

A cotação comercial desse material alcança R\$ 0,10 por kg.

Tabela 1 – Composição bromatológica do Substrato Seco resultante do processo de secagem.

Matéria seca (%)	87,6
Proteína bruta (%)	11,38
Energia bruta (kcal/kg)	3 689
Extrato etéreo (%)	0,807
Cinza (%)	6,55
Fibra Bruta (%)	17,73

A concentração de elementos de valor agrônômico do lodo (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) é da ordem de 4,65 kg por m<sup>3</sup> de dejetos (Tabela 2).

Nitrogênio (N)	1,30 kg
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,14 kg
Potássio (K <sub>2</sub> O)	2,21 kg

O valor comercial desse material, em equivalente mineral, é de R\$ 5,00 por m<sup>3</sup> de lodo.

Eficiência de remoção de poluentes:

O efluente líquido final do sistema possui baixo nível de impacto ambiental, ou seja.

Tabela 2 – Eficiência de remoção do Sistema Dalquim.

Parâmetros	Eficiência de remoção (%)
Sólidos totais (mg/L)	98,0
DQO (mg/L)	98,2
Nitrogênio total (mg/L)	88,0
Fósforo total (mg/L)	97,0
Potássio total (mg/L)	96,0
Coliformes fecais (NMP/100ml)	99,9...

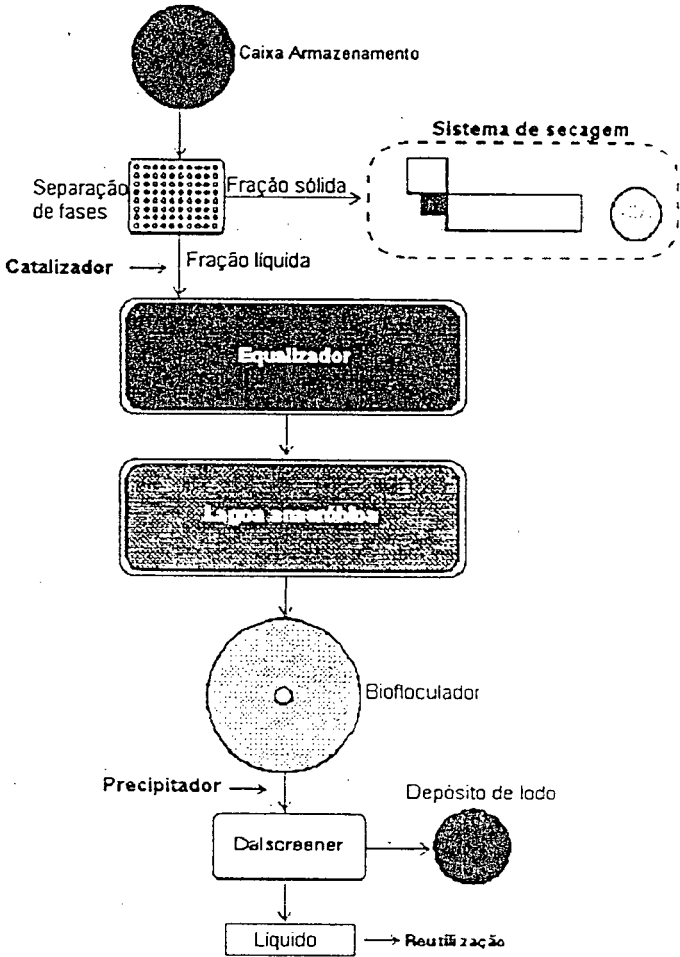


Figura 1 – Esquema do sistema de tratamento de dejetos suínos.



## **ANEXO E**

### **Modelo de questionário**

## **Propriedade n ° 174**

**Proprietário :** X

**Integrado:** Sadia

**Criações:** só suínos

**Plantel:**

**Croqui da propriedade:**

(se possível georeferenciar alguns vértices)

**Localização da esterqueira:** (desenhar no croqui)

Latitude:

Longitude:

Altitude:

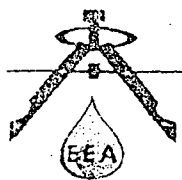
**Áreas de lavouras e pastagem dentro da MB29 e fora:**

**Utiliza dejetos de suínos com distribuidor da associação, com destino outros.**

**O que significa “outros”? Onde aplica? Em que época do ano?**

## **ANEXO F**

### **Orçamentos**



Empresa de Engenharia Ambiental Ltda

Rio Claro, 19 de julho de 2001.

Ao  
PARTICULAR  
Sr. Cíntia  
[itokazu@zaz.com.br](mailto:itokazu@zaz.com.br)

ORÇAMENTO: 01127

## 1) CARACTERÍSTICAS PARA UM DIMENSIONAMENTO

DADOS PARA PROJETO FORNECIDOS PELO CLIENTE:

OBJETIVO:	Estação de tratamento de Granja de Suínos;
ATIVIDADE:	Agricultura;
LANÇAMENTO:	Não informado;
EFICIÊNCIA EXIGIDA DE REMOÇÃO DE DBO <sub>5</sub> :	Não Informado;
CÁLCULO DA VAZÃO:	20000 L/dia;

## 2) EQUIPAMENTOS PROPOSTOS

### 1ª OPÇÃO

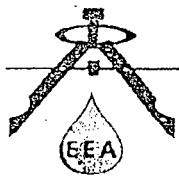
ETE STANDARD

- 01 UASB 30 – REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE E MANTA ANAERÓBIA
- 01 UG 1/4 – UNIDADE DE GRADEAMENTO
- 01 SG 2 – SEPARADOR DE GORDURA

### 2ª OPÇÃO

ETE MASTER

- 01 RAFA 30 – REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE
- 01 BIO 30 – REATOR AERÓBIO DE FLUXO CONTÍNUO
- 01 DECANT 15 – DECANTADOR SECUNDÁRIO
- 01 BOMBA PARA RETORNO DE LODO (3 HP)
- 01 AERADOR TIPO SPIRAL AIR (2 HP)
- 01 UG 1/4 – UNIDADE DE GRADEAMENTO
- 01 SG 2 - SEPARADOR DE GORDURA



### 3) INSTALAÇÃO E MONITORAMENTO

Para instalar os equipamentos adquiridos, siga corretamente as instruções de nosso manual de instalação, ou consulte nossos representantes sobre as empresas credenciadas que poderão realizar esses trabalhos.

Entre as várias vantagens de adquirir um equipamento EEA, destaca-se o melhor serviço de pós-venda existente no mercado, pois oferecemos treinamento de pessoal, assessoria mensal para operação conjunta e terceirizações. Assim, destacamos o conhecimento e a responsabilidade técnica de quem projetou os equipamentos, ficando assegurada a eficiência da ETE através dos serviços executados por profissionais especializados, com ART de operação e Análise Laboratorial.

### 4) VANTAGENS E DESVANTAGENS

STANDARD	MASTER
Operação Mínima	Fácil Operação
Pequena Formação de Lodo	Maior produção de Lodo
Eficiência Média na Remoção de $\text{DBO}_5$	Eficiência Ótima na Remoção de $\text{DBO}_5$
Não Promove a Nitrificação	Promove a Nitrificação
Não Necessita de Eletricidade	Necessita de Eletricidade

### 5) PARÂMETROS

PARÂMETROS	STANDARD		MASTER	
	AFLUENTE	EFLUENTE	AFLUENTE	EFLUENTE
Remoção $\text{DBO}_5$	70% - 80%		85% - 95%	
$\text{DBO}_5$	700 - 400	60 - 100	700 - 400	10 - 30
$\text{NH}_4$	20 - 40	20 - 40	20 - 40	< 5
$\text{PO}_4$	4 - 8	4 - 8	4 - 8	< 2
S	10	< 1	10	< 1
PH	6 - 8	6 - 8	6 - 8	6 - 8
Óleos e Graxas	100	< 50	100	< 50
Área de Instalação	50 - 60 $\text{m}^2$		60 - 70 $\text{m}^2$	
Lodo	POUCO		MEDIO	



## 6) ORÇAMENTO

QUANT.	DESCRIÇÃO - STANDARD	Valor Unitário	R\$
1	UASB 30 - REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE E MANTA DE LODO	33.250,00	33.250,00
1	UG 1/4 - UNIDADE DE GRADEAMENTO	1.200,00	1.200,00
1	SG 2- SEPARADOR DE GORDURA	3.450,00	3.450,00
1	PROJETO PARA APROVAÇÃO AMBIENTAL COM ART	1.500,00	1.500,00
VALOR LÍQUIDO DA ETE STANDARD - 1a. OPÇÃO			39.400,00

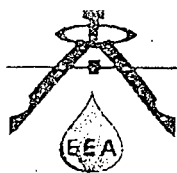
QUANT.	DESCRIÇÃO - MASTER	Valor Unitário	R\$
1	RAFA 30 - REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE	18.500,00	18.500,00
1	BIO 30 - REATOR AERÓBIO DE FLUXO CONTÍNUO	23.500,00	23.500,00
1	DECANT 15 - DECANTADOR SECUNDÁRIO	11.200,00	11.200,00
1	BOMBA PARA RETORNO DE LODO	1.150,00	1.150,00
1	AERADOR TIPO SPIRAL AIR (2 HP)	2.100,00	2.100,00
1	UG 1/4 - UNIDADE DE GRADEAMENTO	1.200,00	1.200,00
1	SG 2 - SEPARADOR DE GORDURA	3.450,00	3.450,00
1	PROJETO PARA APROVAÇÃO AMBIENTAL COM ART	1.500,00	1.500,00
VALOR LÍQUIDO DA ETE MASTER - 2a. OPÇÃO			62.600,00

SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA		R\$
DIÁRIA DE VISITA TÉCNICA - (Despesas com Transporte, Hotel e Alimentação pagas pelo cliente)		350,00
ASSESSORIA DE PARTIDA, MONITORAMENTO E OPERAÇÃO - Custo Mensal		1.500,00

Todos os equipamentos acompanham manual de operação e de instalação personalizados

## 7) GARANTIAS

- 10 (Dez) anos - Garantia estrutural dos equipamentos e peças em fiberglass,
- Garantia de eficiência - Garantia de eficiência dos equipamentos, desde que respeitado o manual de operação;



Empresa de Engenharia Ambiental Ltda

## 8) CONDIÇÕES E PRAZOS

- 8.1) Condições de Pagamento dos Equipamentos: 50% de Sinal e o saldo na entrega do equipamento.
- 8.2) Prazo de Entrega dos Manuais: 07 (sete) dias úteis do sinal.
- 8.3) Prazo de Entrega dos Equipamentos: 30 (trinta) dias úteis.
- 8.4) Frete: Fob – Rio Claro – SP
- 8.5) VALIDADE: 13 dias da data da proposta.

Sem mais, ficamos ao inteiro dispor de V.Sa. para quaisquer outros esclarecimentos

Atenciosamente.

**EEA – EMPRESA DE ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA.**

Leandro Sanches Messias – Diretoria Comercial

## SISTEMA DALQUIM DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ANIMAIS

O elevado número de contaminantes existentes nos dejetos animais constituem uma importante fonte de degradação do ar, do solo e dos recursos hídricos, exigindo a fixação de parâmetros de emissão cada vez mais rigorosos para a preservação do ambiente, do conforto e da saúde da população.

O sistema proposto pela DALQUIM para o manejo de dejetos suínos emprega processos inovadores para a conversão dos sólidos biodegradáveis e para a redução do impacto negativo sobre o ambiente e foi desenvolvido com o apoio tecnológico da EMBRAPA. A tecnologia utilizada, basicamente, consiste na separação e estabilização das partes sólidas e líquidas e na aplicação de tecnologias específicas a cada uma delas, visando a agregação de valor econômico e a redução do poder poluente do material resultante aos níveis exigidos pela Legislação Ambiental.

### **Descrição do Sistema**

O efluente proveniente da granja é conduzido a uma caixa receptora para a uniformização da consistência e da vazão de descarga, sendo imediatamente conduzido a uma unidade de separação de fase, donde;

- **Unidade de Peneiramento:** a separação das fases sólidas e líquidas facilita o manejo dos dejetos e aumenta a eficiência dos processos de recuperação, valorização econômica e remoção de poluentes. A fase sólida resultante é adensada e conduzida para um secador e a líquida, enviada para uma Unidade de Tratamento de efluente.

A eficiência de remoção de resíduos grosseiros, pêlos e ingredientes não digeridos através de peneira vibratória de média eficiência, é de cerca de 90% para dejetos com 3% de matéria seca..

- **Unidade de Secagem:** a parte sólida retirada pela peneira é introduzida num secador contínuo para o tratamento térmico e retirada da umidade. A recuperação de material seco representa 0,7% do volume de dejetos, sendo rico em nutrientes e passível de armazenagem e empregado como fertilizante ou nutriente para diversas espécies animais, a exemplo de peixes e ruminantes.

- **Unidade de tratamento:** visa a remoção de poluentes e a adequação do afluente final para reutilização na Unidade de Produção e atendimento das exigências da Legislação Ambiental em vigor, sendo composto pelas seguintes unidades:

- **Equalizador:** os líquidos separados pela peneira e o resultante do adensamento da parte sólida são conduzidos a um tanque de equalização para adequação da vazão de trabalho, evitando sobrecargas e aumentando a eficiência do Sistema.

Uma mistura de bactérias específicas para operar em baixo nível de oxigênio e altos teores de nitrato) é adicionado ao material que abastece o equalizador visando manter



uma população microbiana adequada para acelerar a decomposição e melhorar a fluidez do material, reduzindo os problemas de entupimentos.

- Lagoa anaeróbia: são lagoas profundas que tem como objetivo degradar a matéria orgânica/nutrientes presente e estabilizar o material resultante do equalizador. A adição deste catalizador biológico representa uma economia da ordem de 50% da área e do tempo de tratamento, quando comparado as lagoas dimensionadas pelos critérios tradicionais. O afluente é conduzido para uma unidade de biofloculação.

- Biofloculador: o efluente da lagoa anaeróbia é submetido a um sistema de tratamento biológico onde a oxigenação é induzida por agitação mecânica. Um aerador no centro do tanque cria um regime de alta turbulência e mantém os sólidos em suspensão, facilitando a sua remoção e evitando o retorno do lodo.

Um dosador automático introduz um “catalizador químico” para acelerar a velocidade de precipitação e de agregação das partículas sólidas visando a adequação do material ao processo seguinte, o Dalscreener..

- Dalscreener: é um processo de separação de fases, baseado no aumento do contato e da aderência das microbolhas de ar com as partículas existentes no líquido, diminuindo a sua densidade e forçando o seu deslocamento para a superfície, onde um raspador remove a parte sólida. O líquido resultante pode ser reutilizado na propriedade ou conduzido para valas de infiltração ou rede de drenagem natural.

Este processo é automatizado e a produção de lodo é baixa, cerca de 1%.

## Resultados

**TABELA 1** – composição bromatológica do Substrato Seco resultante do processo de secagem.

Matéria seca (%) -	87,6
Proteína bruta (%) -	11,38
Energia bruta (kcal/kg) -	3 689
Extrato etéreo (%) -	0,807
Cinza (%) -	6,55
Fibra Bruta (%) -	17,73

A cotação comercial deste material alcança R\$ 0,10 por kg.

A concentração de elementos de valor agronômico do lodo (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>) é da ordem de 4,65 kg por m<sup>3</sup> de dejetos, ou seja:

Nitrogênio (N)	-	1,30 kg
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-	1,14 kg
Potássio (K <sub>2</sub> O)	-	2,21 kg

O valor comercial deste material, em equivalente mineral, é de R\$ 5,00 por m3 de lodo.

**Eficiência de remoção de poluentes:** o efluente líquido final do sistema possui baixo nível de impacto ambiental , ou seja

**TABELA 2 – Eficiência de remoção do Sistema DALQUIM**

Parâmetros	Eficiência de remoção (%)
Sólidos totais (mg/L)	98,0
DQO (mg/L)	98,2
Nitrogênio total (mg/L)	88,0
Fósforo total (mg/L)	97,0
Potássio total (mg/L)	96,0
Coliformes fecais - (NMP/100ml)	99,9...

**Aspectos financeiros**

Os custos de investimentos e de manutenção foram calculados para uma produção de dejetos da ordem de 30 m3/dia, equivalente a uma Unidade de Produção de Suínos de 330 Matrizes em Ciclo completo, 550 em regime de UPL e 1650 suínos de terminação.

Não estão computados os custos de elaboração de projeto, implantação e acompanhamento, licenciamento e taxas diversas, depreciação de equipamentos, juros sobre o capital e outras despesas.

**TABELA 3 – Custos estimado dos investimento iniciais para um dimensionamento de 330 matrizes suínas em ciclo completo de produção.**

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo
<b>1. equipamentos</b>			
Secador	Ud	1	5 000,00
Peneira	Ud	1	1 500,00
Aerador	Ud	1	8 500,00
Dalscreener	Ud	1	15 000,00
<b>Sub total</b>			<b>30 000,00</b>
<b>2 . infraestrutura</b>			
Tanque equalizador	m3	70	500,00
Lagoa Anaeróbia	m3	430	3 070,00
Lagoa Aerada	m3	100	700,00
Esterqueira	m3	10	70,00
<b>Sub total</b>			<b>4 340,00</b>
<b>3. Choque bacteriano</b>	L	2,3	60,00
<b>TOTAL</b>			<b>34 400,00</b>

**TABELA 4 – Custos estimado de manutenção (R\$/mês) para um dimensionamento de 330 matrizes suínas em ciclo completo de produção.**

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo
<b>1. Energia</b>			
Elétrica	kW	2954	295,00
Lenha	m3	7,5	21,00
<b>2. Catalizadores</b>			
biológicos	L	0.47	12,00
químicos	Kg	360	54,00
<b>3. Mão de Obra</b>	mês	1/2	100,00
<b>TOTAL</b>			<b>482,00</b>

As receitas obtidas com o substrato seco e lodo foram estimadas com base nos valores do mercado regional.

**TABELA 5 – Receitas estimadas (R\$/mês) para um dimensionamento de 330 matrizes suínas em ciclo completo de produção.**

Descrição	Unidade	Quantidade	Receita
Substrato seco	Kg	6 300	630,00
Lodo fertilizante	m3	9	45,00
<b>TOTAL</b>			<b>675,00</b>

Se considerarmos apenas os ingressos e as despesas efetivadas, não computando os benefícios da preservação ambiental e incluindo os custos financeiros referentes aos juros sobre o capital médio (6% a.a) e a taxa de depreciação de equipamentos (10% a.a), observa-se que as receitas anuais (R\$ 2 316,00) permitem cobrir 70% dos custos de tratamento (R\$ 3 302,8,00).

O impacto destes encargos sobre o custo de produção é baixo, da ordem de R\$ 0,128 por suíno produzido e que equivale a um aumento de 0,1168% no custo de produção de suínos.

**EMBRAPA SUÍNOS E AVES**  
**PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO L. FRAGOSOS**

**PROPOSTAS TECNOLÓGICAS PARA O MANEJO E TRATAMENTO  
DE DEJETOS SUÍNOS NA SUB-BACIA  
DO LAJEADO FRAGOSOS**

A intensificação da exploração pecuária em Santa Catarina foi acompanhada de uma elevação linear do volume e da concentração de dejetos nos grandes centros produtores. A maior pressão sobre os recursos naturais constitui a parte negativa deste processo, cujas conseqüências são o aumento da velocidade de degradação dos recursos hídricos e do solo, dos focos de proliferação de insetos, do desconforto da população e dos riscos a saúde humana e animal.

A ótica de armazenagem e distribuição adotada inicialmente, e como estratégia de preservação ambiental e valorização dos efluentes animais, não tem sido totalmente correta, pois revela um distanciamento da realidade dos criadores e das exigências da Legislação Ambiental. Primeiro, porque a estrutura fundiária da Região Oeste é de pequenas propriedades (95,3% dos proprietários rurais de Concórdia tem menos que 50 ha) e apenas 22% desta superfície apresenta alguma aptidão para a agricultura mecanizada, o que restringe a capacidade de absorver continuamente o grande volume de dejetos gerados diariamente na propriedade. Segundo, porque a capacidade de investimentos do criador é limitada, face ao aumento dos custos de produção e da baixa remuneração obtida pelo produto ao longo dos anos. Terceiro, armazenagem não é considerado como processo de tratamento de efluentes, ou seja, não remove poluentes. Por último, o desconhecimento e o baixo prestígio das soluções de tratamento da biomassa e valorização econômica dos dejetos entre técnicos e criadores, contribuem para o aumento do problema.

A estratégia proposta pela EMBRAPA e seus parceiros é a de alterar a ótica de armazenagem e distribuição que não constituem para um sistema de manejo, tratamento e valorização de efluentes, de forma isolada ou em condomínio, que motivem os criadores pela possibilidade de geração de renda (recuperação de nutrientes, energia para uso agrícola, condicionadores de solo e fertilizantes vegetais e outros), reduzam a emissão de poluentes e que tenham baixo impacto sobre o custo de produção do suíno.

Os sistemas preconizados empregam processos convencionais e inovadores para a recuperação de nutrientes, para a conversão dos sólidos biodegradáveis e para a redução do impacto negativo sobre o ambiente. O nível tecnológico varia de acordo com cada realidade, mas tecnologia utilizada, basicamente, consiste na separação e estabilização das partes sólidas e líquidas e na aplicação de tecnologias específicas a cada uma delas, visando a agregação de valor econômico e a redução do poder poluente do material resultante aos níveis exigidos pela Legislação Ambiental.

A implantação, monitoramento e validação destas tecnologias no âmbito da Sub-Bacia do Lajeado Fragosos, respeitando o direito de participação da população na gestão dos seus problemas, poderá servir como pólo difusor de metodologias para o aumento do bem estar, da renda e da sustentabilidade ambiental da suinocultura.

## **1) Sistema compacto**

É um processo contínuo, com baixa exigência em área, baixo tempo de retenção hidráulica e baixo nível de exigência de mão de obra. A produção de lodo é alta, cerca de 18%.

O efluente proveniente da granja é conduzido a uma caixa receptora (Equalizador) para a uniformização da consistência e da vazão de descarga, sendo imediatamente conduzido a uma unidade de separação de fase, donde;

- **Unidade de decantação:** a separação das fases sólidas e líquidas facilita o manejo dos dejetos e aumenta a eficiência dos processos de recuperação, valorização econômica e remoção de poluentes. A fase sólida resultante é conduzida para uma Unidade de Compostagem e a líquida, enviada para um Biodigestor.

- **Unidade de Compostagem:** a parte sólida retirada pela Unidade de Decantação é suplementada com substrato específico para melhorar o processo e a qualidade do composto. O material resultante é rico em nutrientes para as plantas, passível de armazenagem e alto valor comercial. Parte do lodo também será utilizada para corrigir a concentração de sólidos do Biodigestor.

- **Biodigestor** a parte líquida retirada da Unidade de Decantação será utilizada para a produção de biogás e tratamento parcial dos dejetos. A produção de biogás possui um objetivo específico de aproveitamento na propriedade, mediante o seu encaminhamento para uma Unidade de Geração de Energia. Parte da fração líquida resultante será encaminhada para uma Unidade de Tratamento e parte utilizada como biofertilizante. Parte do lodo será direcionada a Unidade de Compostagem.

- **Unidade de Geração de Energia:** o biogás será transformado em energia para utilização na propriedade, como fonte de aquecimento, secagem, propulsão ou produção de energia elétrica.

- **Unidade de tratamento:** visa a remoção final de poluentes e a sua adequação para reutilização na Unidade de Produção e atendimento das exigências da Legislação Ambiental em vigor. Parte do efluente final será reutilizado para lavagem de calhas e parte será conduzida a rede de drenagem natural.

## **Resultados esperados**

O sistema prioriza a produção de composto para facilitar a sua utilização como fertilizante agrícola, em decorrência da maior facilidade de armazenagem, transporte e de distribuição, bem como, da utilização de biogás para reduzir os gastos energéticos e a remoção de poluentes do efluente final.

### **- Material fertilizante:**

A concentração de elementos de valor agrônômico do lodo (N, P e K total) é da ordem de 10,9kg por m<sup>3</sup> de dejetos, equivalente a 15,20kg em adubo mineral, ou seja:

Nitrogênio (N)	-	5,24 kg
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-	8,01 kg
Potássio (K <sub>2</sub> O)	-	1,95 kg

O valor comercial deste material, em equivalente mineral, é de R\$ 16,34 por m<sup>3</sup> de lodo.

#### - Produção de energia:

A produção de biogás esperada é da ordem de 0,5 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup> de biodigestor/dia, o que equivale em energia a:

0,75 m<sup>3</sup> de GLP  
 3,5 kWh de energia elétrica  
 1,35 kg de lenha

O valor do biogás em equivalente de energia elétrica é de R\$ 0,70/m<sup>3</sup>

#### - Remoção de poluentes

O efluente líquido final do sistema possui baixo nível de impacto ambiental, ou seja

Parâmetros	Eficiência de remoção (%)
Sólidos totais (mg/L)	98,0
DQO (mg/L)	98,5
Nitrogênio total (mg/L)	96,0
Fósforo total (mg/L)	97,0
Potássio total (mg/L)	96,0
Coliformes fecais – (NMP/100ml)	99,9...

#### Orçamento

Os custos para implantação, monitoramento e validação do sistema foram calculados para um módulo equivalente a 500 suínos em crescimento e terminação, ou seja, 3,5m<sup>3</sup>/dia.

Descrição	Custo
<b>1. elaboração do projeto e monitoramento</b>	5 000,00
<b>2. infraestrutura</b>	2 000,00
<b>3. Equipamentos</b>	30 000,00
<b>4. Análises Laboratoriais</b>	3 000,00
<b>TOTAL</b>	<b>40 000,00</b>

As receitas deste sistema perfazem cerca de R\$ 11 900,00 por ano, compensando os investimentos em médio prazo, os juros sobre o capital médio e, a depreciação dos equipamentos. Possui baixo impacto no custo de produção de suínos.